

ORSTOM

**INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION**

CENTRE DE BREST

**LES COURANTS SUR LE PLATEAU CONTINENTAL
DEVANT POINTE-NOIRE (CONGO)**

PAR

B. PITON

LES COURANTS SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DEVANT POINTE-NOIRE (CONGO)

par Bernard PITON

Centre ORSTOM, IFREMER, B.P. 70 - 29263 PLOUZANE

RESUME

Un ensemble de mesures de courant effectuées de 1976 à 1982 à l'aide de courantomètres AANDERAA, soit en profileur à partir d'un bateau, soit en point fixe à partir d'un wharf ou d'un mouillage, permet de mieux comprendre l'association entre caractéristiques hydrologiques et mouvements des masses d'eau sur le plateau et le talus continental congolais. Deux courants sont identifiés :

1) Un courant superficiel d'une dizaine de mètres d'épaisseur seulement en moyenne coulant vers l'ouest-nord-ouest à une vitesse variable entre 0,5 et 2 noeuds, qui, confondu plus ou moins fortement avec le courant d'eau dessalée du Congo, contribue à la formation du courant sud-équatorial,

2) Le sous-courant du Gabon-Congo entre 80 et 160 mètres de profondeur, aboutissement vers le sud-est le long du talus continental du sous-courant équatorial (ou courant de LOMONOSOV) à une vitesse moyenne comprise entre 10 et 20 cm/s transportant, et entraînant sur ses marges, une eau relativement chaude et à salinités maximales.

Entre ces deux courants, de 10 à 80 mètres de profondeur, existe une couche intermédiaire couvrant la majeure partie du plateau continental congolais est le siège d'importants mélanges entre les deux types d'eau transportées, sous l'étroite dépendance des quatre saisons marines identifiables à Pointe-Noire.

Cependant, il n'est pas possible, en première analyse, de mettre en évidence des modifications importantes dans les directions du courant dans cette couche intermédiaire lors des changements de saison entre saisons froides et sèches de mai à septembre et de décembre où les remontées d'eau subsuperficielle (ou upwellings) sont importantes et les saisons chaudes et pluvieuses de janvier à avril et d'octobre-novembre où l'upwelling est faible.

1 - INTRODUCTION

Le présent rapport a pour objectif de donner une meilleure vision des courants superficiels et subsuperficiels rencontrés sur le plateau continental congolais, selon les saisons, à partir de mesures en continu effectuées à l'aide de courantomètres AANDERAA en différents points devant Pointe-Noire de 1976 à 1982 par les océanographes du Centre ORSTOM

de Pointe-Noire. De nombreuses mesures avaient été faites auparavant, plus particulièrement en 1973 et 1974 sous la responsabilité de GUILLERM, qui a présenté ses principaux résultats dans sa thèse (1981), à l'aide de courantomètres de type EKMAN à partir d'un bateau à certaines stations visitées quasi-mensuellement du voisinage de Pointe-Noire jusqu'à 370 kilomètres au large. Ces mesures ponctuelles ne rendent compte que partiellement des phénomènes hydrologiques et courantométriques rencontrés dans la zone étudiée connue pour être soumise à une forte variabilité saisonnière.

2 - PRESENTATION GEOGRAPHIQUE ET OCEANOGRAPHIQUE DE LA ZONE

Le port de Pointe-Noire est situé dans le sud-est du golfe de Guinée par $4^{\circ}47' S$ et $11^{\circ} 50' E$, à l'abri d'un décrochement naturel, assez fréquent dans la zone, de la côte orientale en moyenne au $320^{\circ} -140^{\circ}$, devant un plateau continental assez bien développé d'une quarantaine de kilomètres de large jusqu'à l'isobathe 100 mètres (fig. 1). L'estuaire du fleuve Congo (ou Zaïre), deuxième fleuve du monde pour son débit, dont la moyenne annuelle à son arrivée dans l'estuaire peut être estimée à $45\ 000\ m^3/s$ (WAUTHY, 1977), se trouve à 150 kilomètres dans le sud-sud-est de Pointe-Noire par $6^{\circ}03' S$ et $12^{\circ}22' E$; à la latitude de cet estuaire, un cañon entaille profondément tout le plateau continental et remonte l'estuaire jusqu'à 30 kilomètres à l'intérieur des terres. Un deuxième fleuve, le Kouilou, dont le débit annuel moyen est voisin de $900\ m^3/s$, se jette en mer à une quarantaine de kilomètres dans le nord-nord-ouest de Pointe-Noire.

C'est dans la zone côtière située entre le cap San Juan à $1^{\circ} N$, à la frontière entre la Guinée équatoriale et le Gabon, et le cap Albina à $15^{\circ} 50' S$ au sud de l'Angola, entre Mossamédès et la baie des Tigres, que le courant superficiel sud-équatorial prend son origine, poussé par un vent du secteur sud plutôt faible. Hormis à la sortie de l'estuaire du Congo où les vitesses sont élevées (jusqu'à 2-3 noeuds), les vitesses de ce courant s'écoulant vers le nord-ouest plus ou moins parallèlement à la côte, puis vers l'ouest, sont relativement faibles toute l'année, généralement voisines ou inférieures à 1 noeud (PITON et KARTAVTSEFF, 1986). Plus au large, la vitesse du courant sud-équatorial est sous la dépendance des alizés du sud-est générés par l'anticyclone de Sainte-Hélène : les flux transportés dépendent des conditions de vent régnant sur l'ensemble de la zone équatoriale de l'océan Atlantique, et sont plus importants en hiver austral qu'en été.

Il est parfois observé au sein de cette masse d'eau s'écoulant vers l'ouest des flux de retour vers l'est, plus particulièrement entre $3^{\circ}S$ et $12^{\circ}S$, pendant de courtes périodes de quelques jours, qui peuvent trouver leur origine soit dans un rééquilibrage hydrodynamique passager, soit dans une résurgence momentanée vers la surface d'un contre-courant subsuperficiel sud-équatorial. Ces flux de retour exceptionnels vers l'est, observés, par exemple, par PITON et KARTAVTSEFF (1986), sont importants pour comprendre l'hydrologie de surface près des côtes sud-gabonaises.

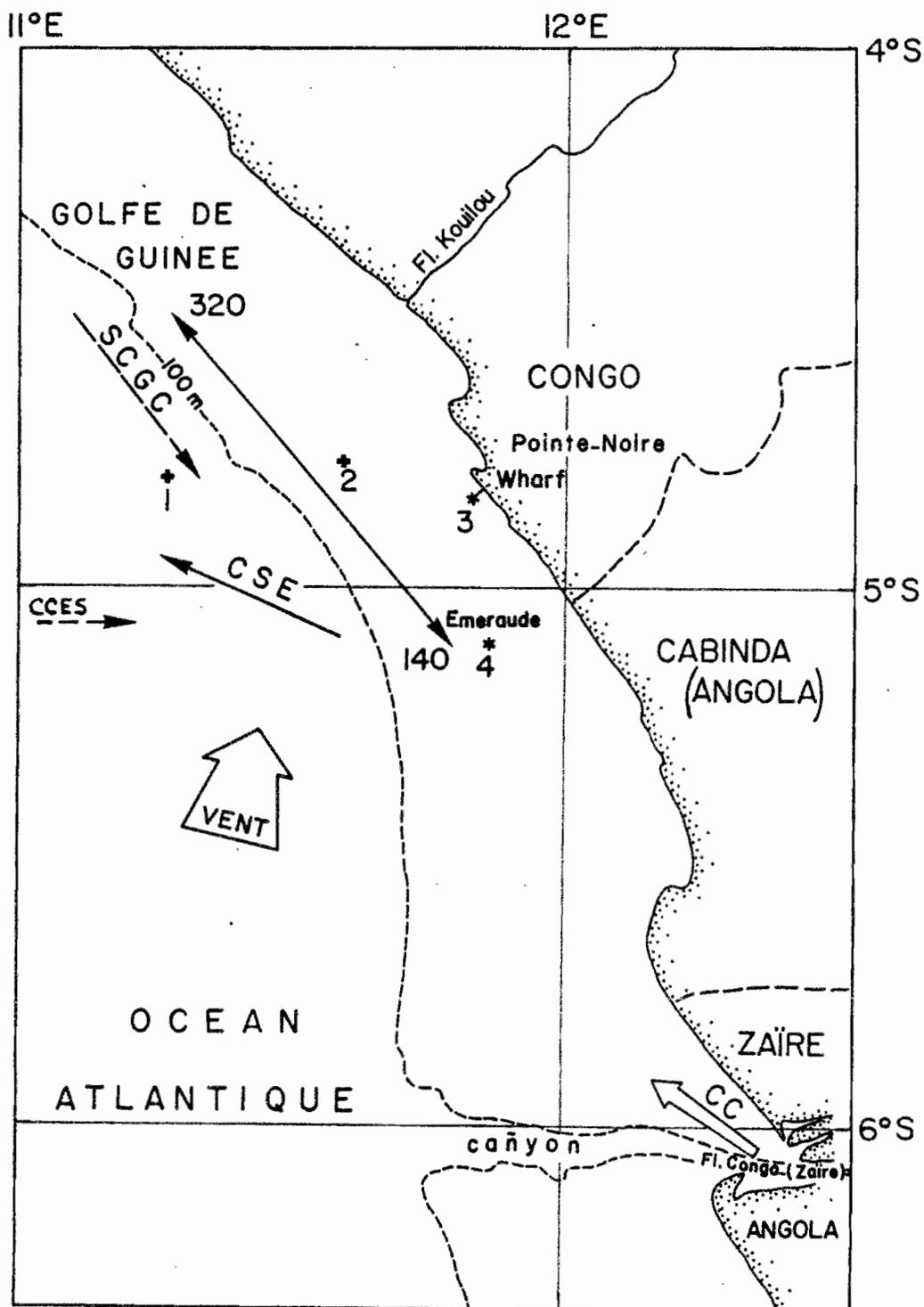


Fig. 1 - Le cadre géographique et océanographique dans lequel sont situés les points de mesure 1, 2, 3 et 4 retenus :

- CSE : courant sud-équatorial, à son origine,
- CC : courant du Congo, à son origine,
- SCGC : contre-courant du Gabon-Congo, à son aboutissement,
- CCES : contre-courant équatorial sud (superficiel ou subsuperficiel), à son aboutissement.

congolaise et angolaise. En effet, le mouvement général de l'eau superficielle devant ces côtes étant un mouvement de reflux vers le large, il y a renouvellement plus ou moins rapide de cette eau par de l'eau subsuperficielle plus froide : un refroidissement relatif par upwelling se produit le long de la côte africaine du cap Lopez ($0^{\circ} 40' S$) au cap Albina ($15^{\circ} 50' S$), plus ou moins intense selon les saisons comme le montrent les figures 2a et 3a, et dont les principales perturbations peuvent provenir de ces flux de retour d'ouest.

En effet, le fleuve Congo en se jetant en mer à $6^{\circ} S$ par un estuaire d'une dizaine de kilomètres de large donne naissance à un courant d'eau dessalée (salinités de surface inférieures à $20^{\circ}/\text{oo}$ à l'origine) se projetant vers le nord-ouest avec une vitesse initiale de 2 à 3 nœuds ; ce courant a, au départ, une épaisseur de un à une trentaine de mètres, variable selon la saison (upwelling fort ou faible), le débit du fleuve (crues en décembre et mai, étiages en mars et août), la position par rapport à l'axe de dessalure maximale et l'éloignement de l'estuaire. Ce courant d'eau dessalée, identifié au large par des salinités inférieures à $35^{\circ}/\text{oo}$, peut s'étaler sous deux formes caractéristiques : ou en forme de plume allongée vers l'ouest jusqu'à 800 à 1000 kilomètres au large (fig. 2b) ou en forme de plume tronquée par la côte cabindaise et congolaise, orientée vers le nord-ouest lorsqu'elle rejoint la nappe d'eau dessalée originaire de la baie de Biafra (fig. 3b). Il a encore été signalé une incurvation vers le sud-ouest et le sud de cette nappe dessalée (DONGUY *et al.*, 1964). Il est évident que la forme de l'écoulement de cette eau dessalée, arrivant en excédent, est sous la dépendance de l'équilibre hydrodynamique de cette zone sud-est du golfe de Guinée, et que les flux de retour intermittents d'ouest jouent un rôle important dans son écoulement, et donc dans l'évolution des caractéristiques hydrologiques des eaux côtières. Car cette eau dessalée du courant du Congo est en outre une eau généralement plus chaude que celle trouvée près de la côte : la température de l'eau douce arrivant dans l'estuaire est de $1,5^{\circ} C$ en février-mars à $6,5^{\circ} C$ en juillet-août plus chaude que l'eau de mer trouvée à la côte (PITON, 1982). La température de l'eau dessalée résultant du mélange de cette eau douce avec l'eau du coin salé entrant dans l'estuaire par le cañon peut être de 1° à $2^{\circ} C$ plus élevée que celle de l'eau de mer de surface près de la côte, comme à Pointe-Noire par exemple.

Un autre courant intervient dans l'évolution des caractéristiques hydrologiques des eaux côtières congolaises : c'est le sous-courant du Gabon-Congo, nom préconisé par WACONGNE (1988). Ce sous-courant a comme origine le sous-courant équatorial, ou sous-courant de LOMONOSOV, s'écoulant au voisinage de l'équateur de l'ouest vers l'est de l'océan Atlantique en transportant une eau de salinité élevée pour la région voisine de $36^{\circ}/\text{oo}$. Il est trouvé entre 40 et 200 mètres de profondeur dans la zone équatoriale du golfe de Guinée, entre $1^{\circ} N$ et $2^{\circ} S$, avec un noyau de vitesses maximales de 30 à 50 cm/s vers 70 - 80 mètres à $6^{\circ} E$ (HENIN *et al.* 1986) ; il se divise en deux branches à hauteur du cap Lopez ($0^{\circ} 40' S$) comme le suggère la répartition du maximum de salinité

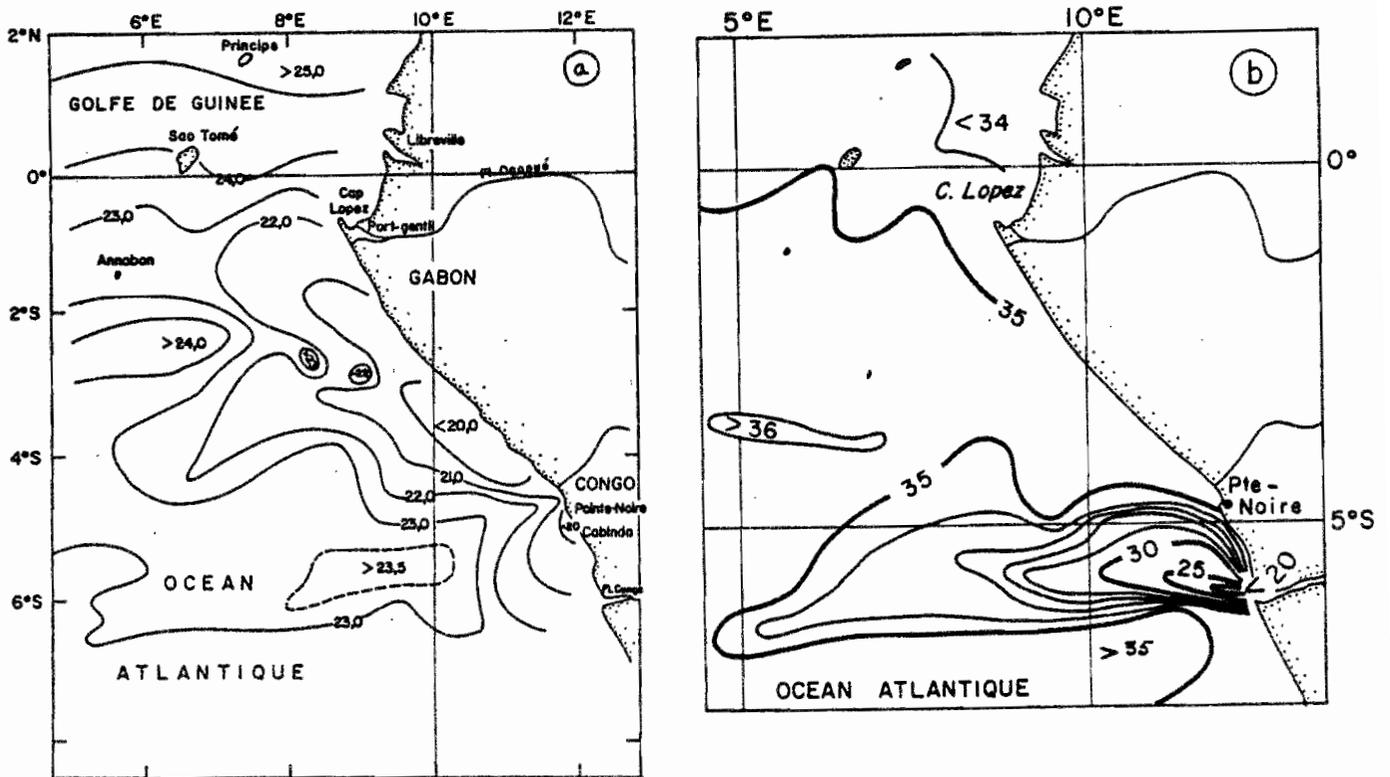


Fig. 2 - Répartitions horizontales (a) de la température et (b) de la salinité de surface observées en juillet 1976 par le N.O. ANDRE NIZERY, dans le sud-est du golfe de Guinée, d'après PITON et al. (1976).

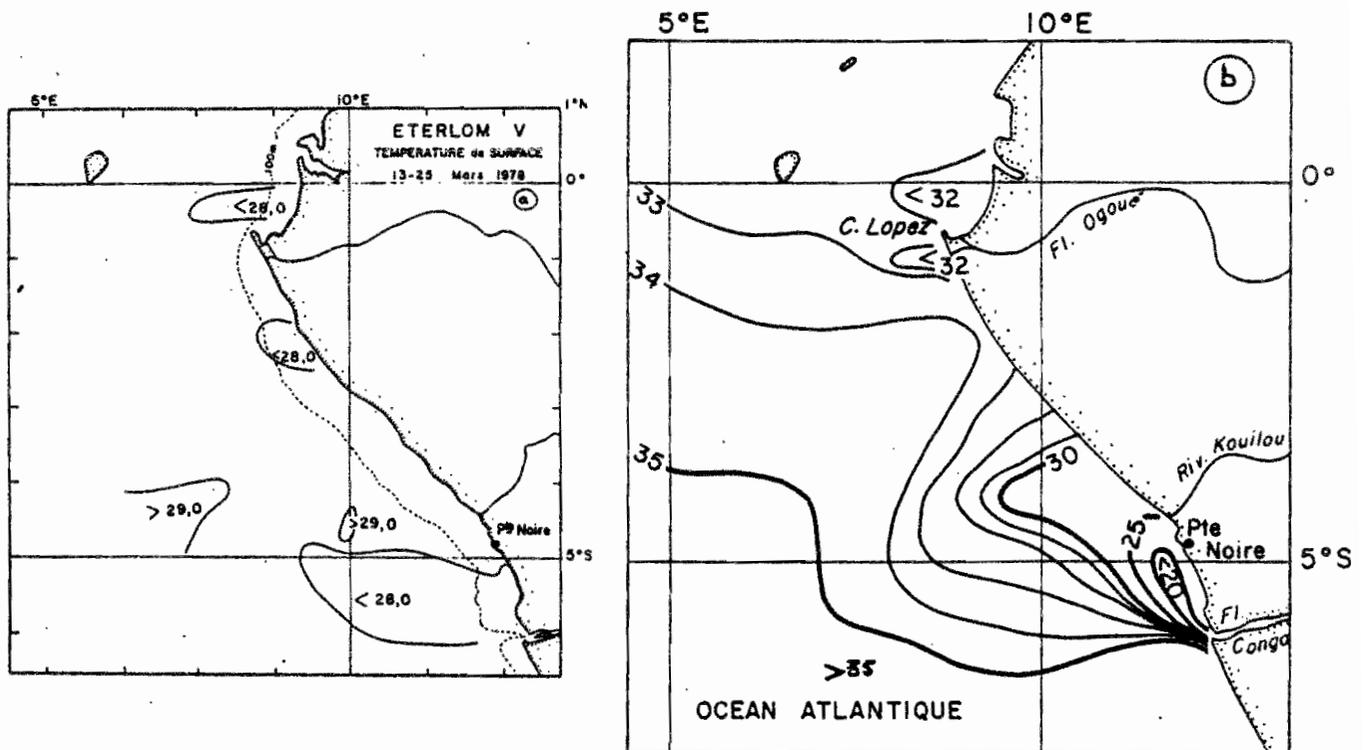


Fig. 3 - Répartitions horizontales (a) de la température et (b) de la salinité de surface observées en mars 1978 par le N.O. ANDRE NIZERY (campagne ETERLOM 5).

subsuperficielle (fig. 4), dont celle qui se dirige vers le sud-est le long du talus continental sud-gabonais et congolais.

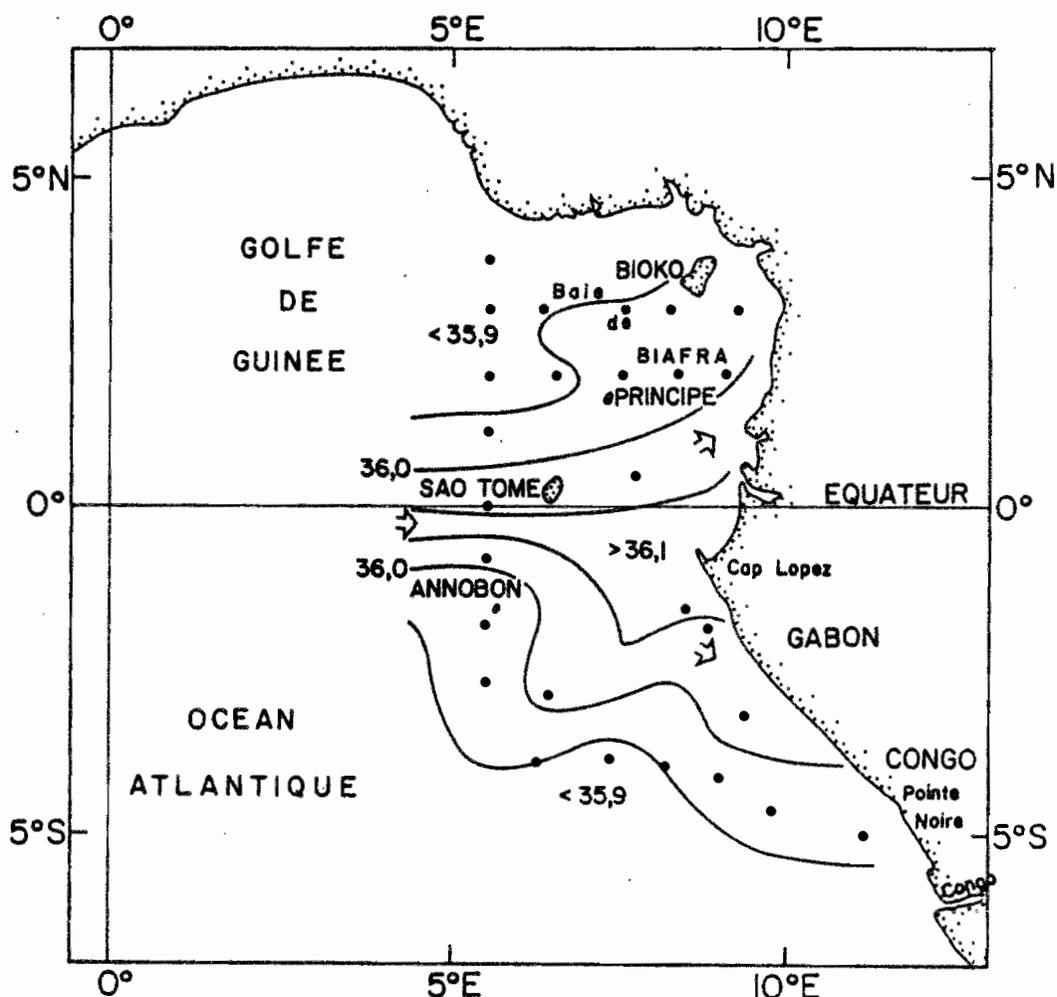


Fig. 4 - Répartition horizontale du maximum de salinité subsuperficielle transporté de l'ouest vers l'est de l'océan Atlantique équatorial, d'après les résultats de la campagne BIAFRA (8-23 janvier 1980) du N.O. ANDRE NIZERY.

3 - LES SAISONS MARINES A POINTE-NOIRE

On ne peut pas parler d'océanographie dans le golfe de Guinée sans parler de saison marine, notion introduite dans le langage des océanographes dès 1958 par BERRIT. Par analogie à la notion de climat, il peut être en effet défini un hydroclimat caractérisé par les deux principaux paramètres, la température et la salinité de l'eau superficielle ; c'est à partir de l'évolution annuelle de ces 2 paramètres que sont définies les saisons marines au voisinage d'un point de la côte.

La figure 5a montre l'évolution annuelle moyenne de la température et de la salinité de surface à l'extrémité du wharf de Pointe-Noire sur fond de 18 mètres à 1,5 kilomètre de la côte : on distingue 2 saisons principales, la grande saison chaude (GSC) de début janvier à mi-mai, durant laquelle la température moyenne atteint 28°C (valeurs maximales observées voisines de 30°C) et la salinité moyenne descend jusqu'à $30,2\text{‰}$ (valeurs minimales observées voisines de 20‰) et la grande saison froide (GSF) de mi-mai à fin septembre durant laquelle la température moyenne descend au-dessous de 20°C (valeurs minimales de 17°C) et la salinité moyenne dépasse 35‰ (valeurs maximales de 36‰). Ces deux saisons correspondent à l'été et à l'hiver de l'hémisphère sud ; cependant, on décèle en décembre une faible diminution de la température de surface (moins de 1°C en moyenne mais pouvant atteindre 3 à 4°C certaines années), associée à une augmentation de la salinité, qui définissent une petite saison froide (PSF). Il s'ensuit qu'une petite saison chaude (PSC) occupe les mois d'octobre et novembre entre ces deux saisons froides.

Deux remarques ou rappels sur ce cycle à 4 saisons s'imposent :

1. La différence de température entre les deux saisons principales (la GSC et la GSF) est de 8°C en moyenne et peut parfois atteindre 12°C (PITON et al., 1979), écart nettement supérieur à celui qui est attendu à ces latitudes entre l'été et l'hiver, soit 4 à 5°C ; ceci montre que l'upwelling est nettement plus actif en hiver austral qu'en été, mais sans relation avec le vent local toujours de secteur sud qui est faible surtout en hiver : sa vitesse moyenne est à peine de 5 noeuds en juillet-août et de 8 noeuds par exemple en octobre où sa vitesse est maximale (PITON et al., 1979). Pour expliquer l'importance de cet upwelling de juillet-août, il faut faire appel à la théorie du "Remote Forcing" expliquée par exemple par PICAUT (1983) : l'augmentation de la vitesse des alizés de sud-est sur la zone équatoriale de l'océan Atlantique génère des ondes de KELVIN qui se propagent d'ouest vers l'est le long de l'équateur, puis le long des côtes nord et est du golfe de Guinée, et provoquent la remontée de la thermocline vers la surface. Mais sans doute plus précisément, on peut dire que sous l'effet de l'augmentation de la vitesse du vent en début d'hiver austral sur la zone équatoriale de l'océan Atlantique, et plus particulièrement sur les parties centrale et occidentale du bassin, il y a augmentation de la vitesse du courant sud-équatorial et donc des flux superficiels vers l'ouest : il en découle un renouvellement plus rapide des eaux côtières de surface par remontée d'eau subsurface.

Effectivement, il a été observé en juin 1985 un accroissement important, de 0,6 à 2 noeuds, de la vitesse de dérive d'une bouée dérivante vers 3°S entre 5°W et 20°W (PITON et KARTAVTSEFF, 1986) ; il est en outre connu que le

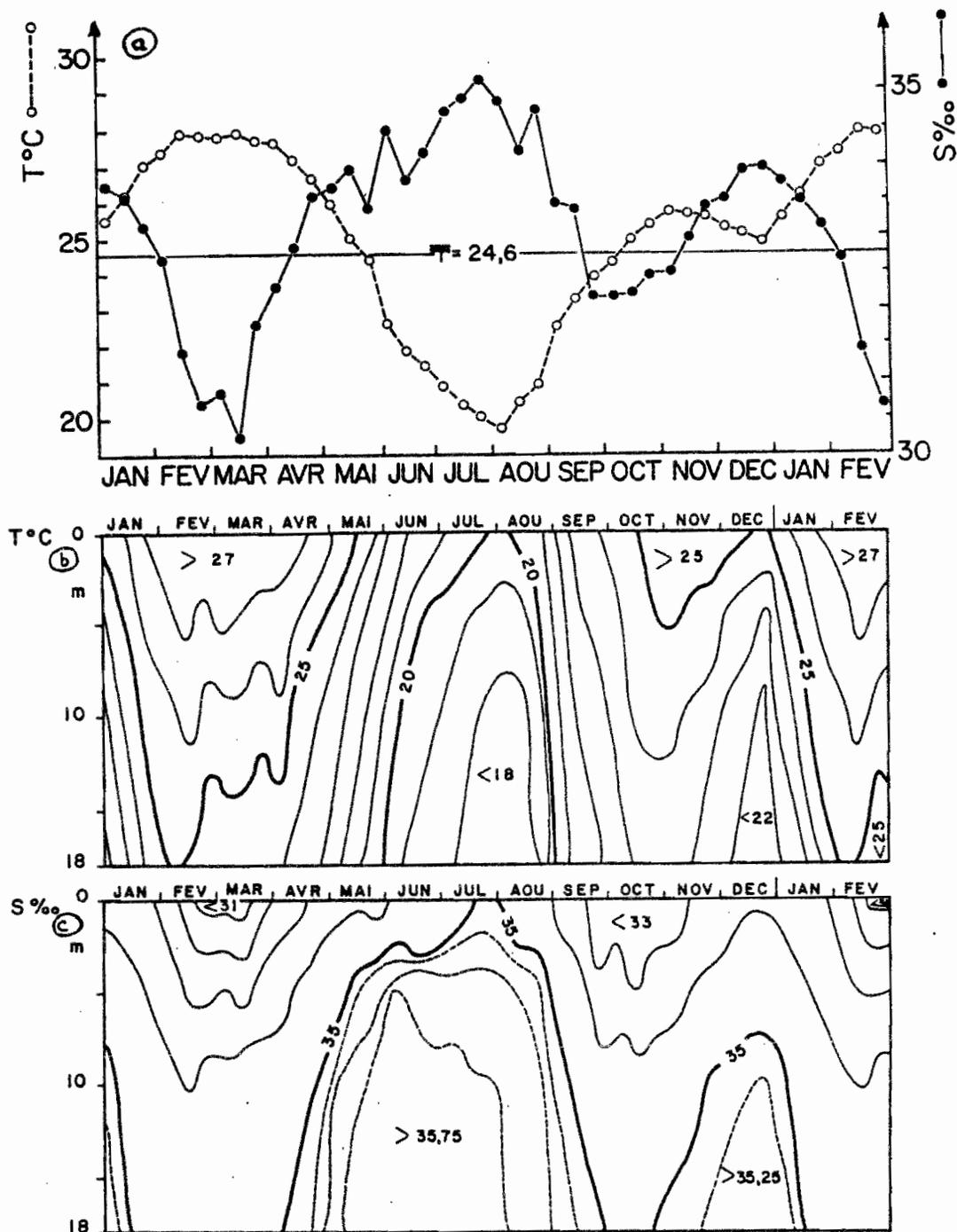


Fig. 5 - Evolution moyenne annuelle devant Pointe-Noire ($4^{\circ}49$ S $11^{\circ}50$ E) :

- (a) de la température et de la salinité de surface,
- (b) de la température sur toute la couche de la surface au fond (18 mètres),
- (c) de la salinité sur toute la couche de la surface au fond.

Origine des données : stations hydrologiques quasi-quotidiennes effectuées à partir de l'extrémité du wharf de mars 1969 à août 1982.

- Nombre total de stations : 3250.
- Valeurs moyennes par décade aux 4 niveaux d'observation : 0, 5, 10 et 17 mètres de profondeur.

niveau moyen de la mer à Pointe-Noire chute de 30 à 40 cm vers le mois de juin. Enfin, une telle situation favorise l'écoulement plein ouest du courant du Congo, comme en juillet 1976 (fig. 2b).

2. La petite saison froide de décembre peut être considérée comme une anomalie hydroclimatique : le vent du sud très faible après l'augmentation de la vitesse moyenne en octobre, et les systèmes climatiques liés aux déplacements en latitude du front intertropical ou, en longitude, de la confluence interocéanique n'y sont pas favorables. La seule explication de ce phénomène réside encore dans l'existence d'un "Remote Forcing" secondaire lié à une deuxième accélération du vent sur le bassin ouest de l'Atlantique équatorial environ quatre à cinq mois après le "Remote Forcing" principal.

Les fluctuations saisonnières de la température sont bien marquées au moins dans les 18 premiers mètres comme le montre la figure 5b. En fait, elles intéressent les 200 premiers mètres de façon sensible (fig. 6). Autrement dit, on peut pen-

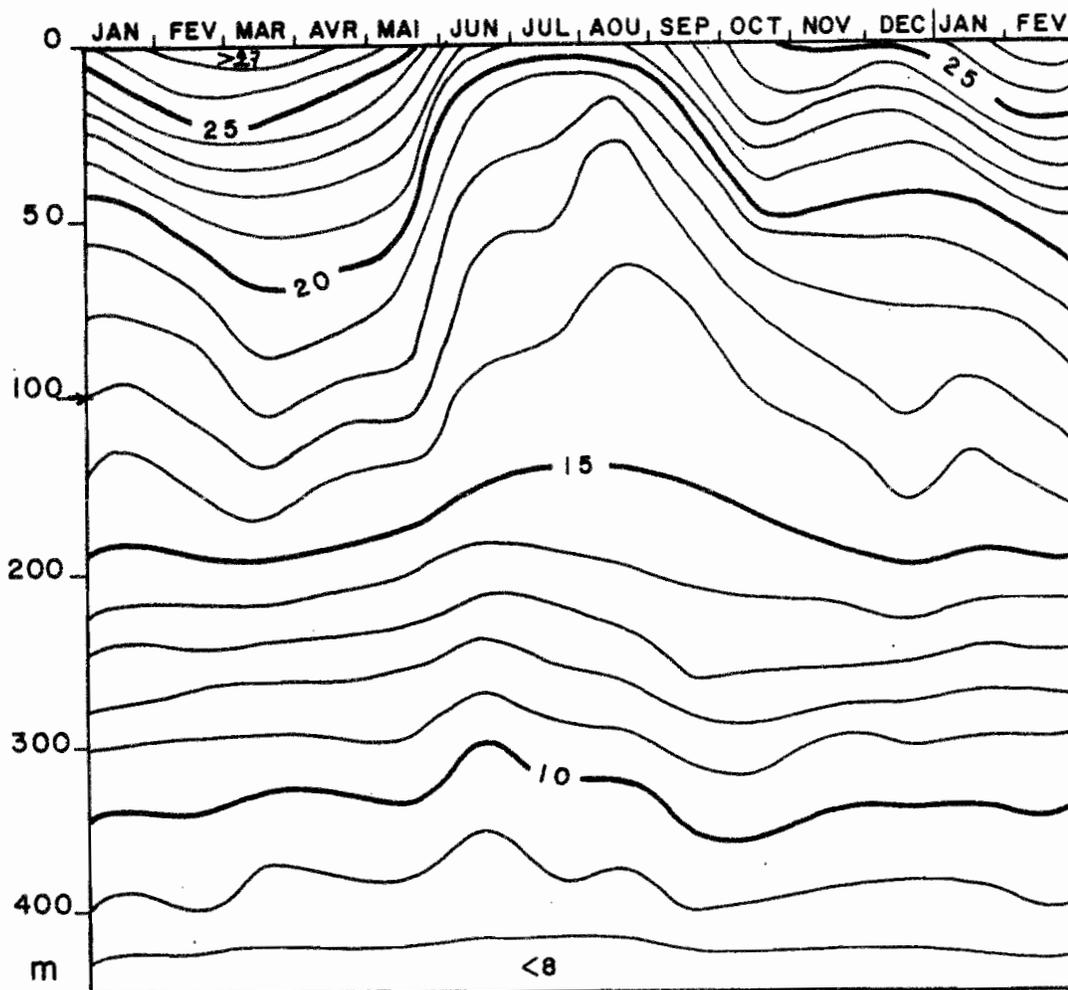


Fig. 6 - Evolution moyenne annuelle de la température de la surface jusqu'à 400 mètres de profondeur devant Pointe-Noire.

Origine des données : fichier de données historiques établi par MERLE-DELCROIX. Toutes données de température recueillies au-delà des sondes 50 mètres entre 4°30 S et 5°30S/11°E et 12°E, soit 4.058 valeurs en surface et 99 à 400 mètres. Valeurs moyennes mensuelles.

ser que lors d'un upwelling très marqué dans le sud-est du golfe de Guinée, les caractéristiques hydrologiques (température et salinité) de l'eau de surface devant Pointe-Noire peuvent être influencées, de proche en proche, par celles de l'eau habituellement trouvée à 200 mètres de profondeur sur le talus continental de cette zone, à 50-60 kilomètres au large.

Ce transfert d'eau subsuperficielle vers la surface est bien visible sur la figure 5c montrant l'évolution annuelle de la salinité à l'extrémité du wharf sur toute la couche 0 - 18 mètres. On voit bien qu'il y a remontée de la halocline vers la surface, en mai-juin, avec disparition de la couche homogène à température supérieure à 27° C et arrivée près de la surface d'eau très salée, de salinité moyenne pouvant dépasser 35,75 ‰, caractéristique de l'eau transportée par le sous-courant équatorial puis le sous-courant du Gabon-Congo. Cette eau salée est ensuite remplacée en octobre par une eau nettement dessalée (salinité inférieure à 35 ‰) sur toute la couche. En décembre, nouvelle arrivée d'eau salée, à salinité supérieure à 35,25 ‰, puis la grande saison chaude s'installe en janvier, et jusqu'en avril, avec de l'eau dessalée sur toute la couche.

C'est lors de ces transferts d'eau subsuperficielle **vers** la surface que l'eau à maximum de salinité du sous-courant perd peu à peu, et plus ou moins selon les années, son identité. Ceci est montré par la figure 7, où l'on voit que la salinité moyenne du maximum subsuperficiel décroît de 35,92 ‰ en juin jusqu'à 35,76 ‰ en septembre et ne recommence à augmenter, à se "reconstituer" plutôt, qu'à partir du mois de janvier, tandis que son immersion diminue de 60-70 mètres en début d'année jusqu'à 20-25 mètres en juin-juillet-août pour atteindre de nouveau 60 mètres en fin d'année. La "surveillance" des caractéristiques hydrologiques de cette veine d'eau subsuperficielle est intéressante car elle permet de situer l'intensité de l'upwelling aussi bien au voisinage de l'équateur que devant le Congo. En effet, liée au sous-courant équatorial, et située dans sa partie inférieure entre 100 et 200 mètres de profondeur, se trouve une eau homogène en température, voisine de 13°C dans l'ouest et de 15,5°C dans l'est de l'océan Atlantique, appelée "thermostat équatoriale" (HISARD et al., 1976), qui est une eau relativement chaude au niveau où elle se trouve mais froide dans son transfert vers la surface.

L'évolution réelle de la température et de la salinité dans la couche 0-18 mètres devant Pointe-Noire ne se fait pas aussi régulièrement que d'après l'image fournie par les figures 5 et 6, établies à partir de données moyennes. La figure 8 représente un exemple de cette évolution de septembre 1980 à septembre 1981 inclus. On voit les "incursions" relativement fréquentes en surface d'eau dessalée associée à une élévation de la température et, au voisinage du fond, celles d'eau salée associées à des températures plus faibles. Un tel dessin rend possible la délimitation des quatre saisons, tant sont brutaux les changements des caractéristiques hydrologiques, surtout au-dessous de 5 mètres. Par exemple, la GSF 1980 peut être estimée se terminer le 20 septembre, au moment où la température moyenne dépasse 22° C et où l'eau à salinité supérieure à 35 ‰, présente en

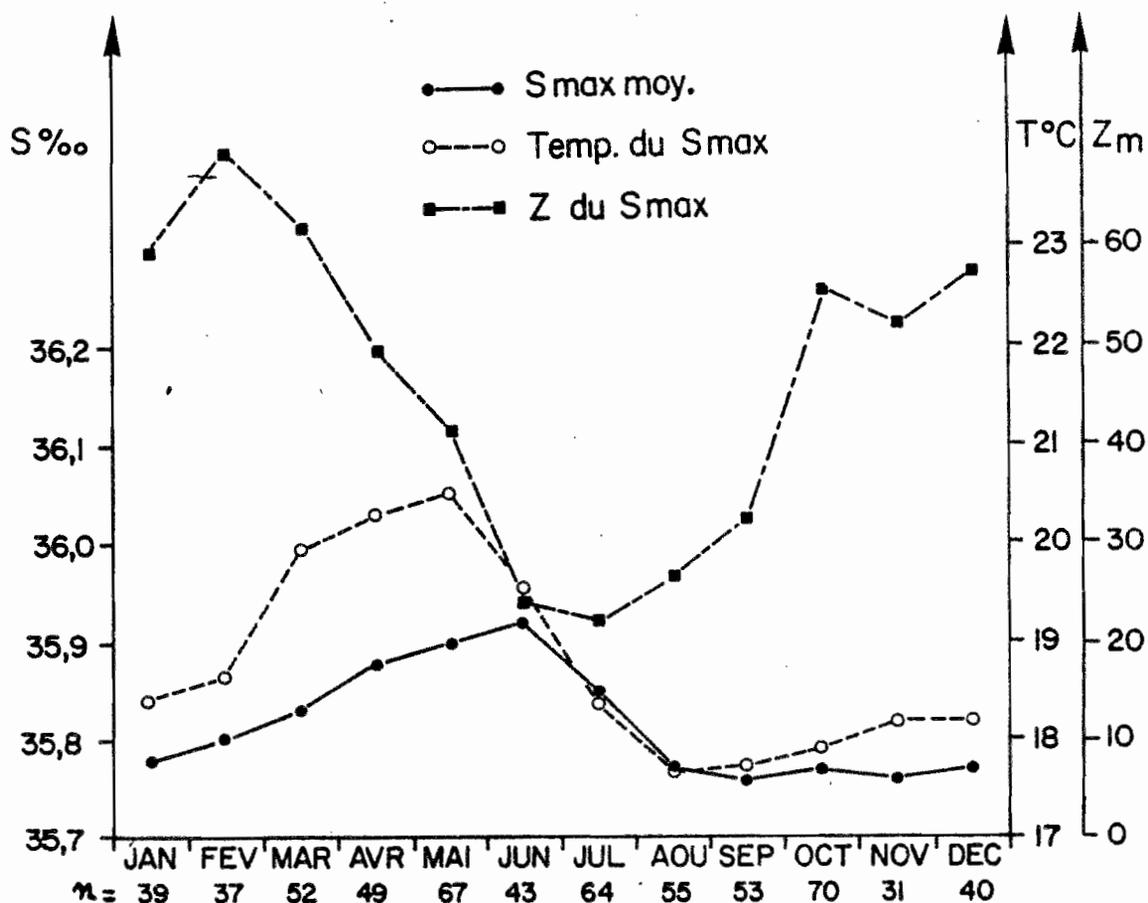


Fig. 7 - Evolution moyenne annuelle de la salinité du maximum subsuperficiel, de son immersion et de sa température devant Pointe - Noire.

Origine des données : données historiques et récentes du N.O ANDRE NIZERY recueillies dans la zone délimitée comme suit : 4°S-6°S/10°E -12°E. Effectif total : 600 mesures.

masse durant la GSF, disparaît brusquement, ne réapparaissant ensuite que par intermittence. La PSC 1980 ensuite s'achève le 30 novembre lorsque apparaît de nouveau en masse l'eau salée à salinité supérieure à 35 ‰ et froide à température inférieure à 22° C de la PSF 1980. Cette masse d'eau disparaît le 31 décembre 1980 ; débute alors le GSC 1981 jusqu'au 10 avril, date d'apparition en masse d'eau à salinité supérieure à 35 ‰ et à température inférieure à 22° C qui à son tour disparaît franchement le 19 août, date de début de la PSC de 1981.

Ces changements brutaux de saisons marines devant Pointe-Noire se font sans aucun signe météorologique annonciateur. Le climat de la région est sous l'étroite dépendance de ces saisons marines : en période d'upwelling intense (juillet-août) le vent est souvent inexistant, le ciel est gris, il ne pleut pas ; en fin d'upwelling (septembre-octobre), l'atmosphère s'anime, le vent se lève, il recommence à pleuvoir. Même l'influence de la petite saison froide, qui en moyenne n'est pas très marquée en température de surface, se fait sentir sur le régime des pluies par une diminution très nette des précipitations en décembre, sans autre explication connue.

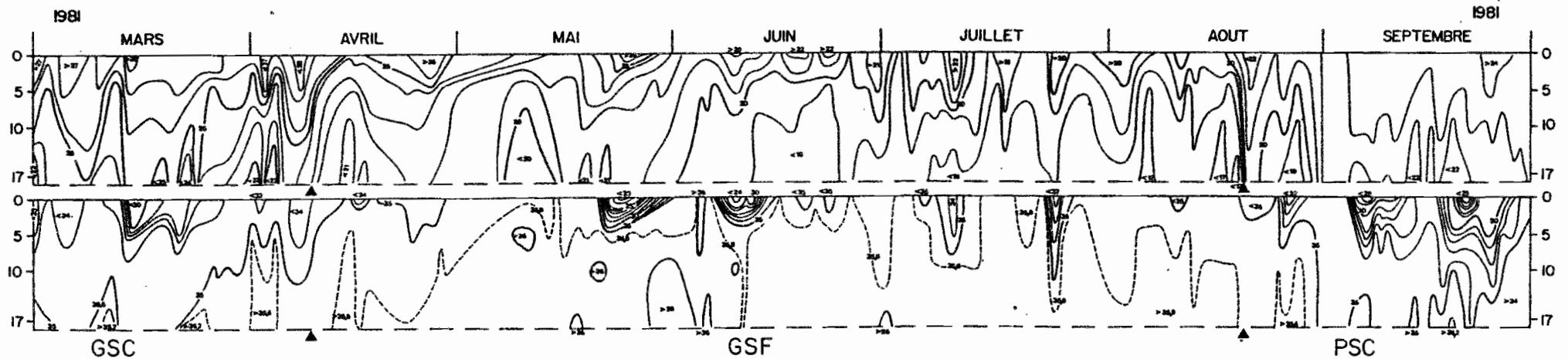
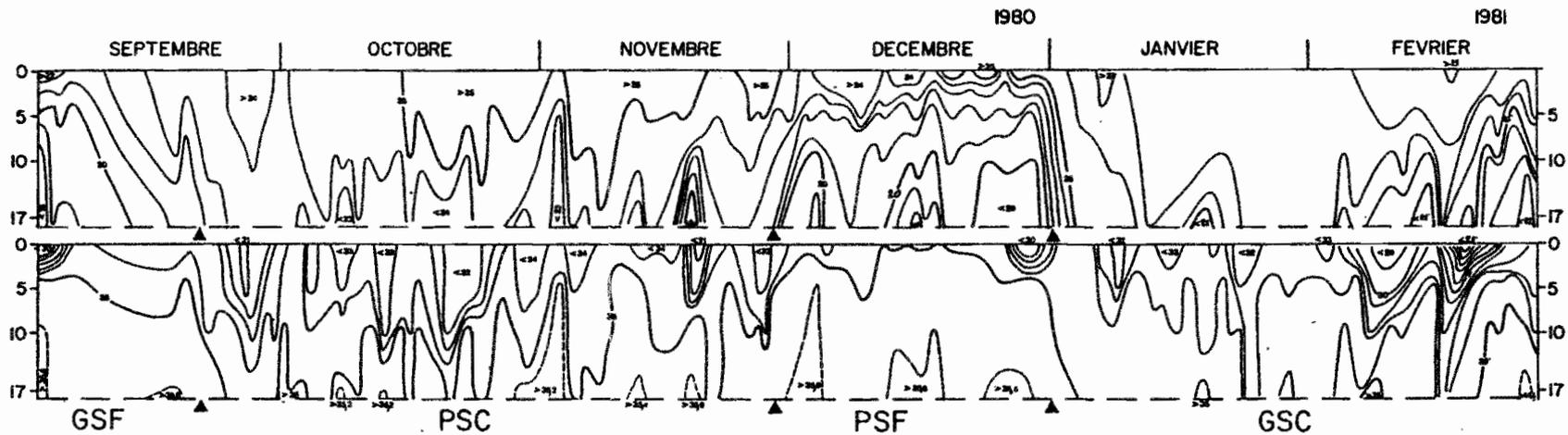


Fig. 8 - Evolution de la température et de la salinité dans la couche 0-18 mètres à l'extrémité du Wharf de Pointe-Noire, de septembre 1980 à septembre 1981. (▲) : changement de saison.

4 - LES COURANTS DEVANT POINTE-NOIRE

Jusqu'à présent, toutes les explications concernant l'évolution des caractéristiques hydrologiques des eaux côtières congolaises se sont faites en dehors de toute analyse de mesures des courants en continu. Or, seules de telles mesures peuvent apporter des éléments nouveaux dans la compréhension de l'océanographie devant le Congo tant y est grande la variabilité. Pour justifier cette réflexion, il a été repris en figure 9 la représentation des dérivés de 3 bouées de surface à positionnement par satellite devant le Congo et l'estuaire du fleuve Congo observées en décembre 1984 (PITON et KARTAVTSEFF, 1986) : on voit que si la dérive générale de ces marqueurs lagrangiens est ouest-nord-ouest, il est trouvé de nombreux tourbillons de différents diamètres qui laissent entrevoir une grande variabilité dans les directions des courants qui seront mesurées en point fixe.

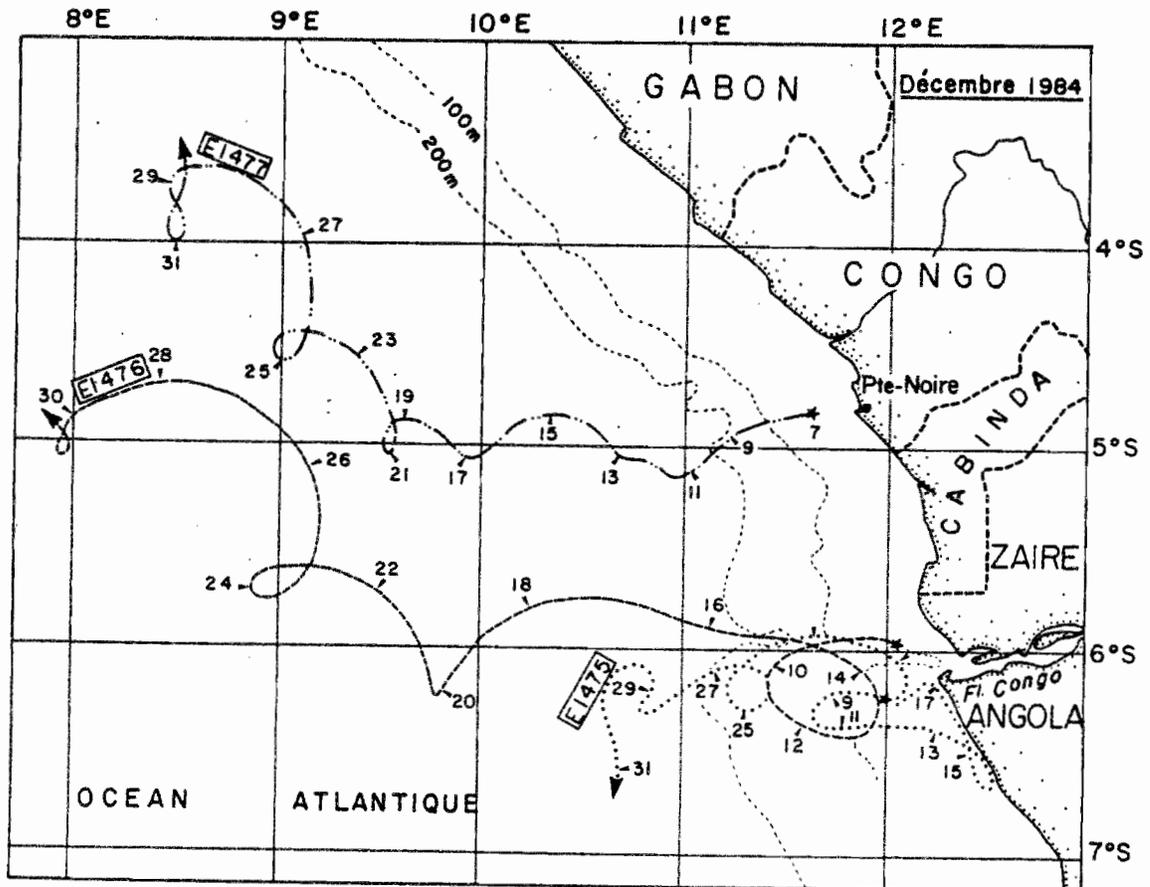


Fig. 9 - Trajets de 3 bouées dérivantes ECOMAR à positionnement par satellite, marquant les 5 premiers mètres, du 7 au 31 décembre 1984 (d'après PITON et KARTAVTSEFF, 1986).

Avant de présenter les résultats des mesures de courant en continu sur le plateau continental congolais, il est fait une description rapide de certains résultats obtenus sur le talus pour mieux fixer certaines données du problème.

Toutes les mesures de courant dont il est question ici ont été faites à l'aide de courantomètres RCM 4 AANDERAA, dont la précision est donnée égale à 1 cm/s. Diverses techniques ont été utilisées, profileur, appareil suspendu à partir d'un support fixe ou flottant ou accroché à un mouillage tendu, toutes techniques aboutissant à des erreurs par excès plus ou moins importantes compensant les erreurs par déficit dues aux salissures se fixant sur les rotors.

4.1 - Mesures de courant effectuées au-delà du plateau continental Congolais

Du 18 octobre 1976 à 15 heures au 19 octobre 1976 à 16 heures, le navire océanographique ANDRE NIZERY du Centre ORSTOM de Pointe-Noire a mouillé par fonds de 600 mètres à la latitude de Pointe-Noire, par 4°48 S et 11°16 E, à une soixantaine de kilomètres de la côte (point 1 de la figure 1).

Pendant ces 24 heures, il a été effectué 12 stations courantométriques à l'aide d'un courantomètre AANDERAA fixé à un profileur de type Miami-Tareq descendant lentement à la vitesse de 7 à 8 mètres par minute, indépendante de la houle, le long d'un câble hydrologique préalablement immergé jusqu'à l'immersion 500 mètres ; cet appareil était programmé pour effectuer un cycle de mesures par minute. Les profils verticaux de la température, de la salinité et des composantes du courant parallèles et perpendiculaires à la côte sont représentés sur la figure 10.

Cette expérience s'est déroulée en pleine petite saison chaude qui avait débuté cette année-là le 9 septembre. Le vent a soufflé à une vitesse de 10 à 15 noeuds, du sud-sud-ouest, ce qui est normal en cette saison. Sur les figures 10a et 10b, on distingue une couche superficielle peu épaisse, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, très dessalée entre 27°/oo et 30°/oo et relativement chaude entre 22° C et 26° C. La vitesse du courant de surface (0-8 mètres) est élevée, entre 21 cm/s (0,4 noeud) au minimum et 102 cm/s (2 noeuds) au maximum, pour une moyenne observée autour de 89 cm/s (1,7 noeud), portant essentiellement vers le nord-ouest et le nord-nord-ouest (fig. 11a). Le NIZERY était mouillé en plein courant du Congo (débit moyen du fleuve Congo : 50.000 m³/s en octobre 1976), s'écoulant pratiquement parallèlement à la côte, comme pour combler au plus vite, aidé par le vent, le creux dynamique présent le long de la côte congo-gabonaise durant la période d'upwelling intense de juillet et août 1976, d'après les résultats de mesures de niveau moyen par marégraphie au port de Pointe-Noire (résultats non publiés).

Une seconde veine de courant stable en direction est trouvée en subsurface entre 80 et 160 mètres de profondeur, de vitesse moyenne 18 cm/s (0,35 noeud), entre les extrêmes 14 cm/s et 27 cm/s, portant vers le secteur allant de l'est-sud-est au sud-sud-ouest (fig. 11c) : cette veine de courant est le noyau à vitesses maximales du sous-courant du Gabon-Congo. En fait, l'eau transportée par ce sous-courant, ou fortement influencée par elle, occupe toute la couche située entre 40 et 260 mètres de profondeur, les directions du courant étant plus variables de part et d'autre de la veine centrale.

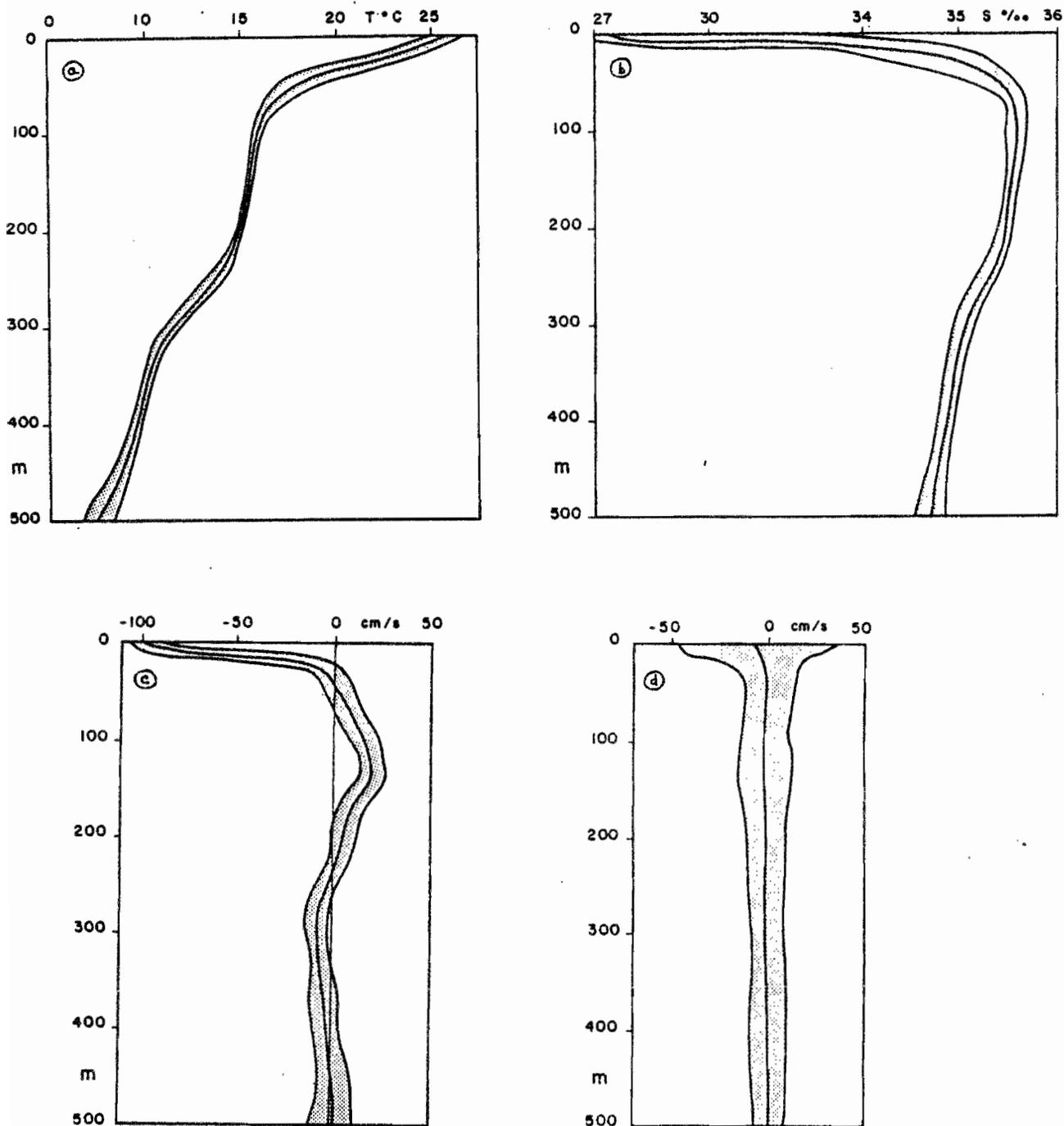


Fig. 10 - Profils verticaux, de la surface jusqu'à 500 mètres de profondeur, (a) de la température, (b) de la salinité, (c) de la composante du courant parallèle à la côte et (d) de la composante du courant perpendiculaire à la côte. Profil moyen et enveloppes.

Origine des données : N.O. ANDRE NIZERY, au mouillage par 600 mètres de fond les 18 et 19 octobre 1976 à 4°48S/11°16E, au large de Pointe-Noire.

Ce courant agit doublement sur la structure hydrologique verticale de l'eau subsuperficielle :

1. homogénéisation en température, ici autour de 15,3° C, d'une couche comprise entre 80 et 240 mètres de profondeur délimitée par 2 thermoclines (fig. 10a),

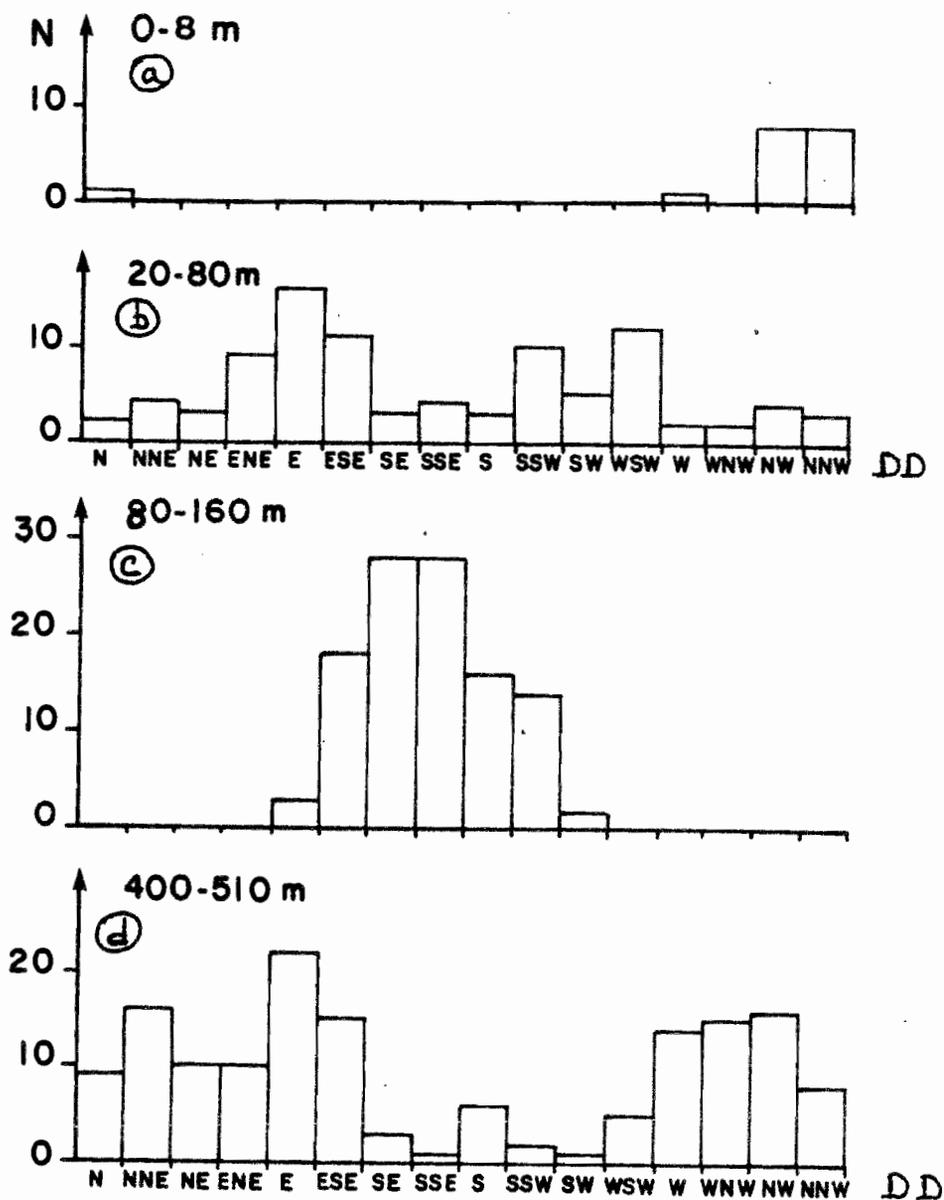


Fig. 11 - Histogrammes des directions du courant mesurés à différentes profondeurs au profileur AANDERAA à partir du M.O. ANDRE NIZERY mouillé par 600 mètres de fond devant Pointe-Noire à 4°48S/11°16E les 18 et 19 octobre 1976.

N = nombre de mesures DD = direction par classe de 22,5°.

2. transport d'une eau à maximum de salinité entre 50 et 200 mètres de profondeur, les valeurs maximales atteintes ici étant de 35,70 ‰ vers 60-70 mètres (fig. 10b) juste à la base de la première thermocline, à une température voisine de 17° C.

L'évolution annuelle des caractéristiques (vitesse et immersion) de cette veine du sous-courant à vitesses maximales

est mal connue aussi bien dans la zone équatoriale de l'Atlantique que le long de la côte congo-gabonaise comme le souligne WACONGNE (1988). Mais on peut se demander après examen des différents résultats présentés ici et ceux présentés par WACONGNE (1988), s'il n'y a pas une certaine constance dans l'immersion de ce noyau à vitesses maximales qui ne dépendrait que de la position des observations. Devant le Congo, le choix des valeurs limites 80 et 160 mètres pourrait être retenu. Seules les vitesses évolueraient en cours d'année à des périodes à trouver et à expliquer. Par contre, l'évolution des caractéristiques hydrologiques du noyau à salinité maximum est connue devant Pointe-Noire comme le montre la figure 7, ce noyau se trouvant toujours dans la couche intermédiaire située entre le courant superficiel et la veine à vitesses maximales du sous-courant, c'est-à-dire entre 20 et 70 mètres de profondeur, à la base de la première thermocline où la vitesse moyenne est faible (ici, 10cm/s). Il ne sera donc pas choquant de trouver à un moment donné le maximum de salinité subsuperficiel dans un courant portant au nord-ouest par exemple, étant entendu que la dérive résultante de cette eau se fait vers le sud-est. Deux types de mouvements se superposent en fait, ayant tous deux comme origine le rééquilibrage hydrodynamique intéressant toute la zone équatoriale de l'océan Atlantique : un mouvement horizontal aboutissant devant le Congo à un courant superficiel vers le nord-ouest et à un sous-courant vers le sud-est, et un mouvement vertical aboutissant à des upwellings plus ou moins intenses. Devant la côte congolaise, cela aboutit à un décalage en immersion entre la veine à vitesses maximales et la veine caractérisée par des valeurs maximales de salinité.

Mettant à profit la discussion ci-dessus, il est intéressant de faire les 2 remarques suivantes :

1. D'après WAUTHY (1977), l'eau du maximum de salinité subthermoclinale atteint le cap Sainte-Marie en Angola, à 13°30 S. Mais il peut cependant être fait l'hypothèse que la veine stable à vitesses maximales s'arrête vers 6° S, d'une part parce que le cañon traversier du Congo (fig. 1) pourrait constituer une barrière à son écoulement vers le sud-est (KLINCK, 1988) et d'autre part parce qu'une circulation de type estuaire s'établit dans ce cañon en direction de l'estuaire du fleuve pour alimenter le "coin salé" pénétrant jusqu'à 30 kilomètres à l'intérieur des terres et alimentant à son tour le courant du Congo. Ceci n'est qu'une hypothèse sur le devenir du sous-courant du Gabon-Congo.

2. Au-dessous de cette veine à vitesses maximales, les directions prioritaires encore vers le sud-est de 160 mètres à 240 mètres de profondeur, sont ensuite bien plus variables, autour des deux directions privilégiées, vers le sud-est et vers le nord-ouest, données par l'orientation de la côte, comme le montre l'histogramme des directions trouvées dans la couche 400-510 mètres de profondeur (fig. 11d).

La présentation des résultats de mesures de courant ci-après aura pour objectif de montrer comment les courants superficiels et subsuperficiels participent aux changements de saisons marines.

4.2 - Mesures de courant effectuées sur le plateau continental devant Pointe-Noire

4.2.1. Mesures au point 2.

Après l'expérience décrite précédemment, il a été effectué pendant 24 heures, du 20 octobre 1976 à 04 heures au 21 octobre 1976 à 05 heures, une série de mesures de la surface à 55 mètres de profondeur à partir du NIZERY mouillé sur fonds de 60 mètres par 4°46 S/11°35 E à 15 milles au large de Pointe-Noire. Durant ce mouillage, le vent a continué à souffler de secteur sud-sud-ouest à une vitesse moyenne de 10 noeuds variant entre 4 et 15 noeuds. La couche superficielle peu épaisse (6-7 mètres) est encore bien définie (fig. 12a) par une dessalure importante (salinité voisine de 33‰) et une température moyenne élevée (24,8° C). Au-dessous, la veine à maximum de salinité n'est pas atteinte, la salinité maximale observée étant de 35,55‰ à 58 mètres de profondeur : c'est

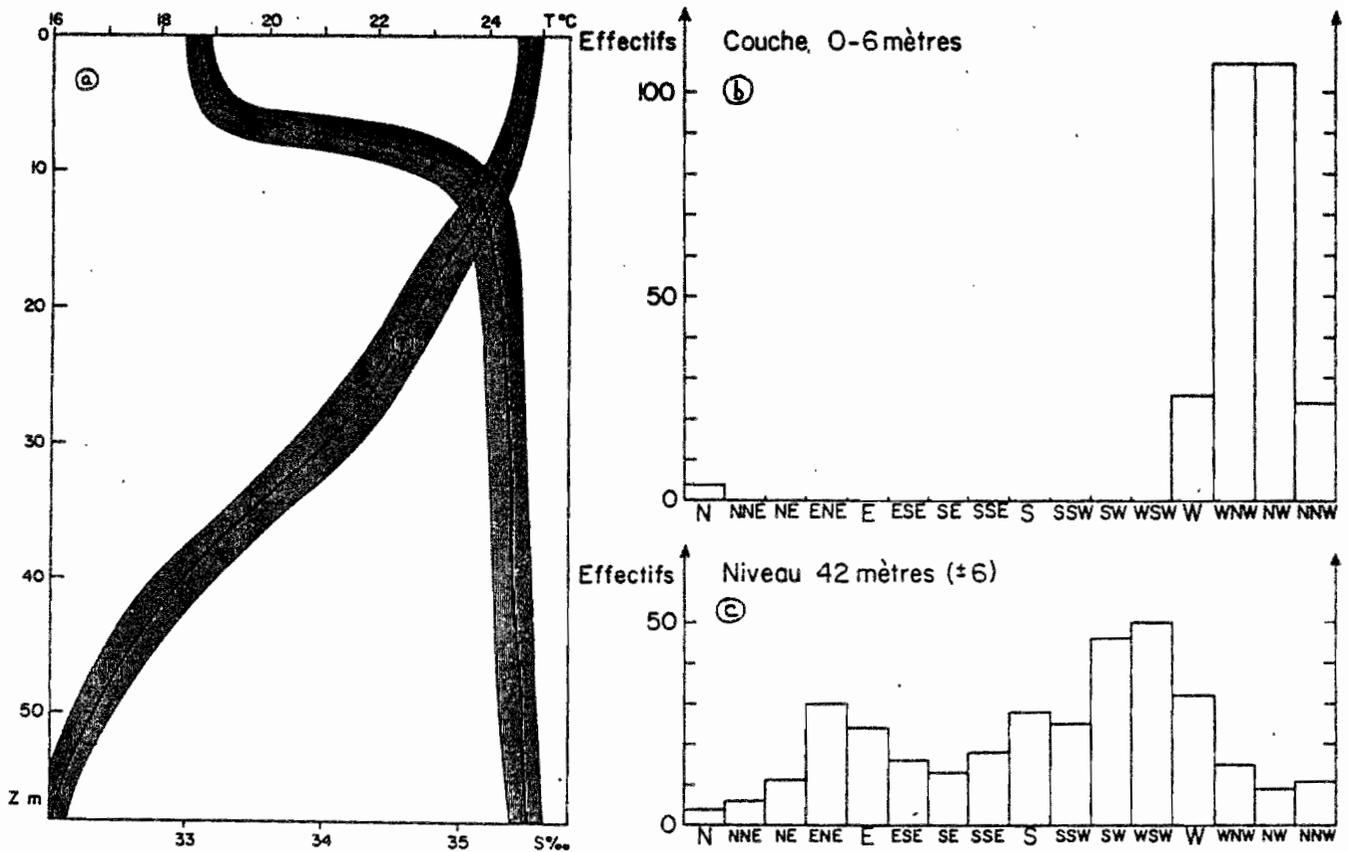


Fig. 12.- Profils verticaux moyens de la température et de la salinité (a) et histogrammes des directions du courant superficiel (b) et de celui trouvé au voisinage de 42 mètres de profondeur (c).

Origine des données : N.O. ANDRE NIZERY, au mouillage par 60 mètres de fond les 20 et 21 octobre 1976 devant Pointe-Noire à 4°46S/ 11°35E.

la couche intermédiaire définie précédemment qui occupe tout l'espace entre 10 mètres de profondeur et le fonds. Le courant de surface est bien défini, portant vers l'ouest-nord-ouest et le nord-ouest (fig.12b, direction moyenne : 304°) avec une vitesse moyenne élevée de 82 cm/s (1,6 noeud) variant entre 27 cm/s (0,5 noeud) au minimum et 108 cm/s (2,1 noeuds) au maximum, sans influence apparente de la marée (marnage de 1 mètre). Au-dessous, dans la couche intermédiaire, les directions sont très variables : l'histogramme des directions relevées pendant 24 heures au voisinage de 42 mètres de profondeur montre (fig. 12c) effectivement deux directions à peine privilégiées, l'est-nord-est et l'ouest-sud-ouest, ce dernier secteur était cependant prédominant. Ceci indique qu'en cette période (PSC), le courant superficiel avait un effet d'entraînement prépondérant jusqu'à 60 mètres de profondeur au moins. La vitesse moyenne au voisinage de 42 mètres est de 14,2 cm/s (0,3 noeud) variant entre 4 cm/s (0,2 noeud) au minimum, vers le 290° et 69 cm/s (1,3 noeud) au maximum vers le 170° .

4.2.2. Mesures effectuées au point 3 à l'extrémité du wharf de Pointe-Noire ($4^\circ49$ S - $11^\circ50$ E)

Depuis 1969, il était effectué quasi-quotidiennement une station hydrologique à partir de l'extrémité du wharf servant à l'embarquement de la potasse, situé dans le sud immédiat du port de Pointe-Noire, et qui atteignait les fonds de 18 mètres à 1,5 kilomètre du rivage (fig. 1). Des mesures ponctuelles de courant ont été effectuées dans ce site privilégié, mais il ne sera question ici que des mesures en continu (pas de 20 ou 30 minutes) effectuées par des courantomètres AANDERAA de 1978 à 1982. Durant l'année 1978, il a été installé un mouillage dans le voisinage immédiat de l'extrémité de ce wharf comprenant un courantomètre lesté placé à 15 mètres de profondeur sous une bouée de surface sensible aux vagues et à la houle. Les directions du courant ont été gardées mais pas les vitesses, trop fortement majorées par les mouvements haute fréquence de la bouée qui sont retransmis à l'appareil par l'intermédiaire du câble et entretiennent la rotation permanente du rotor (GONELLA et LAMY, 1974). Par la suite, de 1979 à 1982, les mesures du courant sur ce site ont été effectuées à partir du wharf, les courantomètres lestés pendant à 2 mètres et 15 mètres de profondeur à l'extrémité d'un rail débordant les piliers de soutènement du wharf d'une dizaine de mètres. Les périodes de mesure retenues sont rassemblées dans le tableau 1. On voit que toutes les saisons ont été échantillonnées d'une façon sensiblement équilibrée sur 3 années environ. Outre la vitesse et la direction du courant, ces appareils AANDERAA mesurent l'immersion de l'appareil, la température et la conductivité (salinité) de l'eau. Celle-ci n'est valable que durant de courtes périodes du fait de salissures ("fouling") qui s'accrochent rapidement sur le capteur. De même, des portions de séquences de mesures de vitesse peuvent être supprimées des traitements du fait aussi de salissures trop importantes sur le rotor. En ce qui concerne la mesure des vitesses du courant à partir d'un support fixe, il est convenu de considérer que la vitesse est aussi erronée par excès du fait de la présence des vitesses orbitales des vagues et de la houle au niveau du rotor (GONELLA et LAMY, 1974), mais moins que dans le cas précédent ce qui compense un peu les frottements dus au "fouling". On peut donc estimer la précision de l'appareil à 1 ou 2 cm/s.

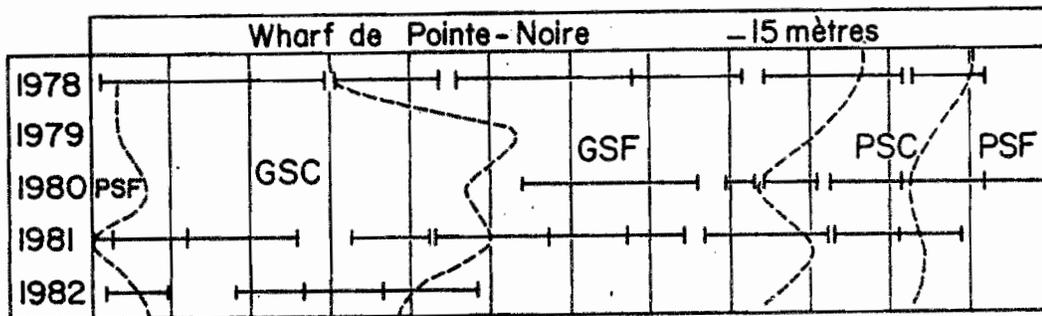
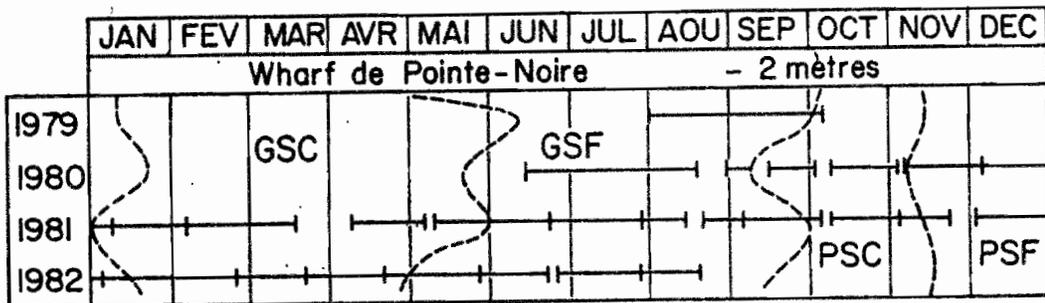


Tableau 1 - Séquences de mesures de courant validées, à 2 mètres et 15 mètres de profondeur, effectuées à partir de l'extrémité du wharf de Pointe-Noire à l'aide de courantomètres AANDERAA (pas de 20 ou 30 minutes).

- - : délimitation des saisons marines.

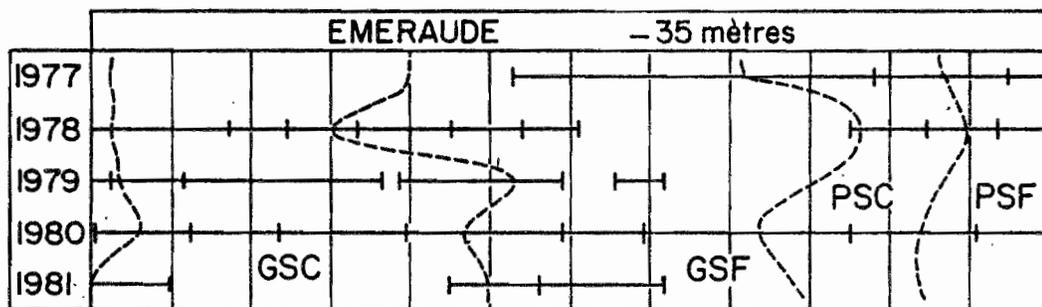
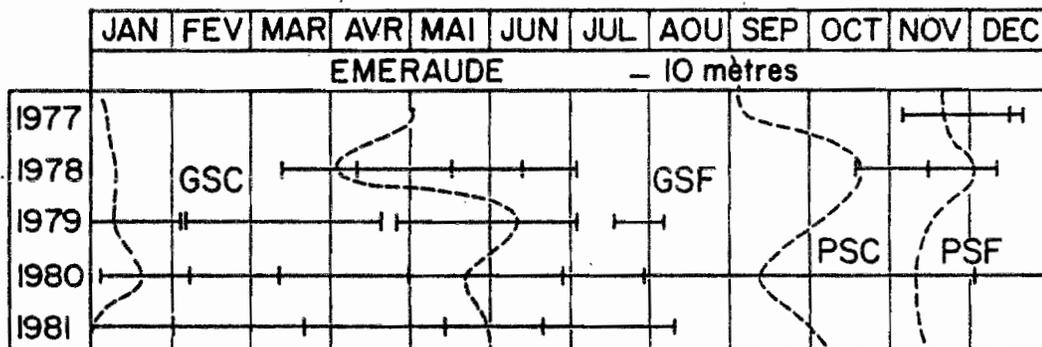


Tableau 2 - Séquences de mesures de courant validées, à 10 mètres et 35 mètres de profondeur, effectuées sur le site EMERAUDE à l'aide de courantomètres AANDERAA (pas de 20 ou 30 minutes).

- - : délimitation des saisons marines

A) Résultats des mesures effectuées au niveau - 2 mètres

Le marnage maximum étant de 1,7 mètre, l'appareil de surface a été immergé à la profondeur moyenne de 2 mètres. De 1979 à 1982, le nombre total retenu de déterminations de la direction est de 53.131 et celui des mesures de vitesse 46.607.

Les graphiques de la figure 13 montrent comment ce courantomètre rend compte de l'évolution des mouvements de l'eau et de ses caractéristiques hydrologiques sur une séquence allant du 22 juin au 27 juillet 1981, donc durant la grande saison froide. La température continue à décroître en moyenne jusqu'à des valeurs minimales de 18° C, mais reste très variable jusqu'à atteindre encore 23° C le 10 juillet par exemple. Au cycle diurne, dont l'amplitude maximum est de l'ordre de 0,6° C comme trouvé à Kpémé (Togo) par PITON (1987), s'ajoutent des variations nettement plus importantes de 1 à 3 degrés sur 1 à 2 jours liées à des dessalures (fig. 13b). Fréquemment, ces dessalures sont elles-mêmes associées à une nette augmentation de la vitesse du courant, de 20 cm/s en moyenne jusqu'à 50 cm/s, sans modification sensible de la direction, prépondérante vers l'ouest-nord-ouest (fig. 13c et 13d). Tout ce scénario peut être expliqué par le "balancement" de la "plume" du Congo qui vient "lécher" plus ou moins fortement la côte congolaise, comme expliqué précédemment au chapitre II. Quant aux changements importants de direction vers le sud et le sud-est, ils se font par intermittence pendant 2 à 4 jours, sans modification importante sur les caractéristiques hydrologiques, avec des vitesses sensiblement plus faibles cependant, de l'ordre de 10 cm/s : ces changements peuvent avoir comme origine soit un rééquilibrage hydrodynamique devant la côte congolaise, ou être liées à des mouvements tourbillonnaires du style de ceux décrits par les bouées dérivantes (fig. 9). A noter que le courant de surface a nettement tendance à s'éloigner de la côte vers l'ouest-nord-ouest, ce qui est conforme à ce qui est attendu dans une zone à upwelling, avec vent de reflux de direction voisine de celle de la côte ; ceci diffère de ce qui a été observé de façon similaire au wharf de Kpémé où le courant a tendance à "se rapprocher" de la côte même en période d'upwelling (PITON, 1987), vraisemblablement sous l'action du vent atteignant la côte sous un angle moins favorable au reflux.

Cette tendance du courant de surface près de la côte congolaise à s'éloigner vers le large se retrouve sur l'histogramme général et surtout sur la rose des directions, toutes saisons confondues, représentées sur la figure 14. On voit que dans 71 % des cas, le courant de surface porte vers les secteurs ouest, ouest-nord-ouest et nord-ouest (du 260° au 326°) tandis que le deuxième mode vers les secteurs sud-est, sud-sud-est et sud (du 125° au 191°) n'est trouvé que dans 8 % des cas. Cette répartition des directions est trouvée quelle que soit la saison, comme le montre la figure 15, sans différences significatives entre elles. La vitesse moyenne est de 23,8 cm/s (un peu moins du demi noeud), nettement plus élevée qu'au wharf de Kpémé par exemple (14,6 cm/s), du fait

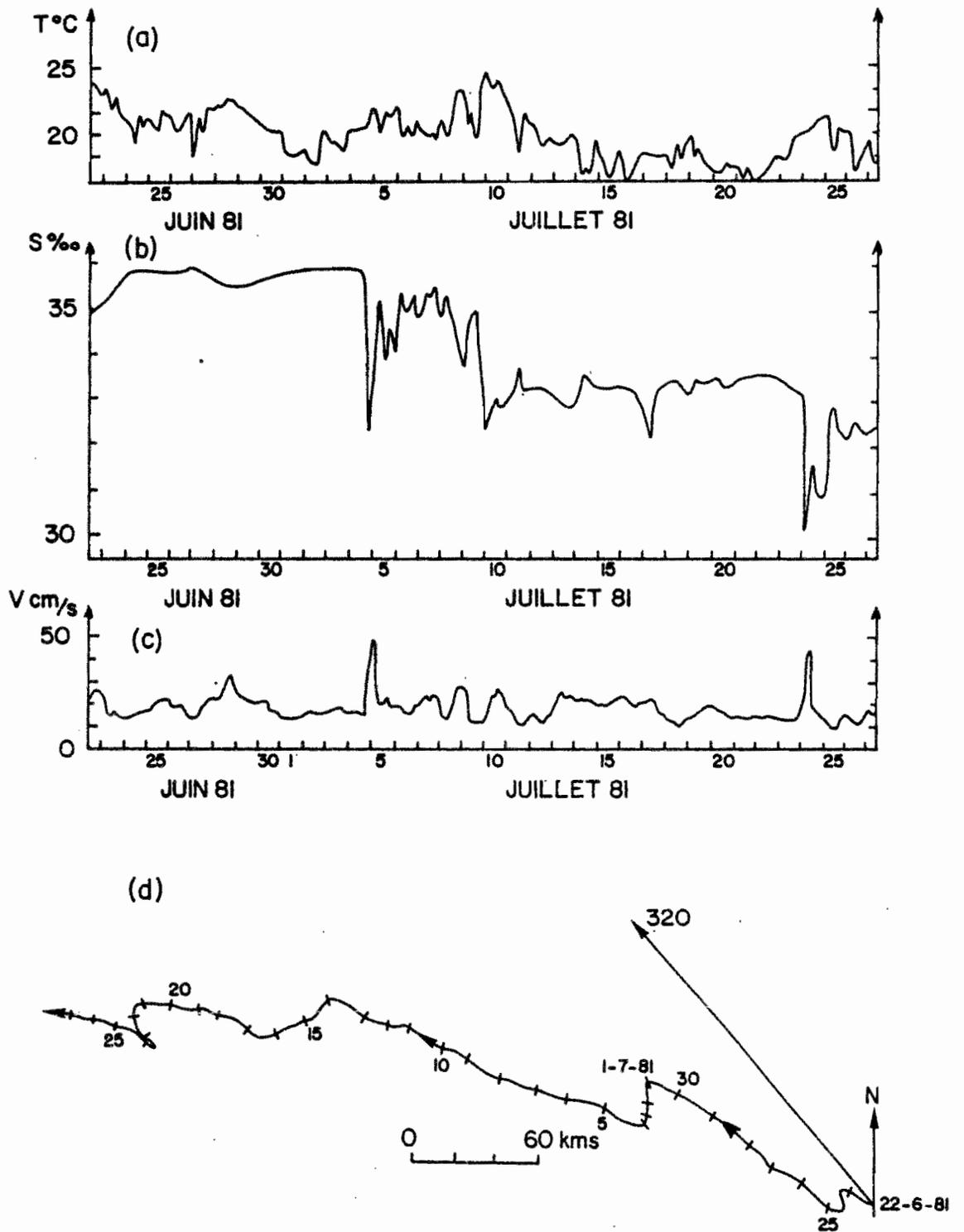


Fig. 13 - Exemple d'évolution (a) de la température et (b) de la salinité de surface ainsi que de celle de la vitesse du courant de surface (c) mesurées à l'aide d'un courantomètre AANDERAA du 22 juin au 27 juillet 1981 à l'extrémité du Wharf de Pointe-Moire. (d) : hodographe intégré du vecteur courant de surface durant la même période comparé à la direction moyenne de la côte.

de la proximité du fleuve Congo et du vent du sud plus favorable que devant le Togo ; les vitesses maximales dépassent 75 cm/s (1,5 noeud) dans 0,03 % des cas seulement (fig. 16), plus faibles que celles trouvées plus au large, le wharf étant situé sur la bordure droite du courant du Congo. Cette vitesse moyenne de 24 cm/s est trouvée quelle que

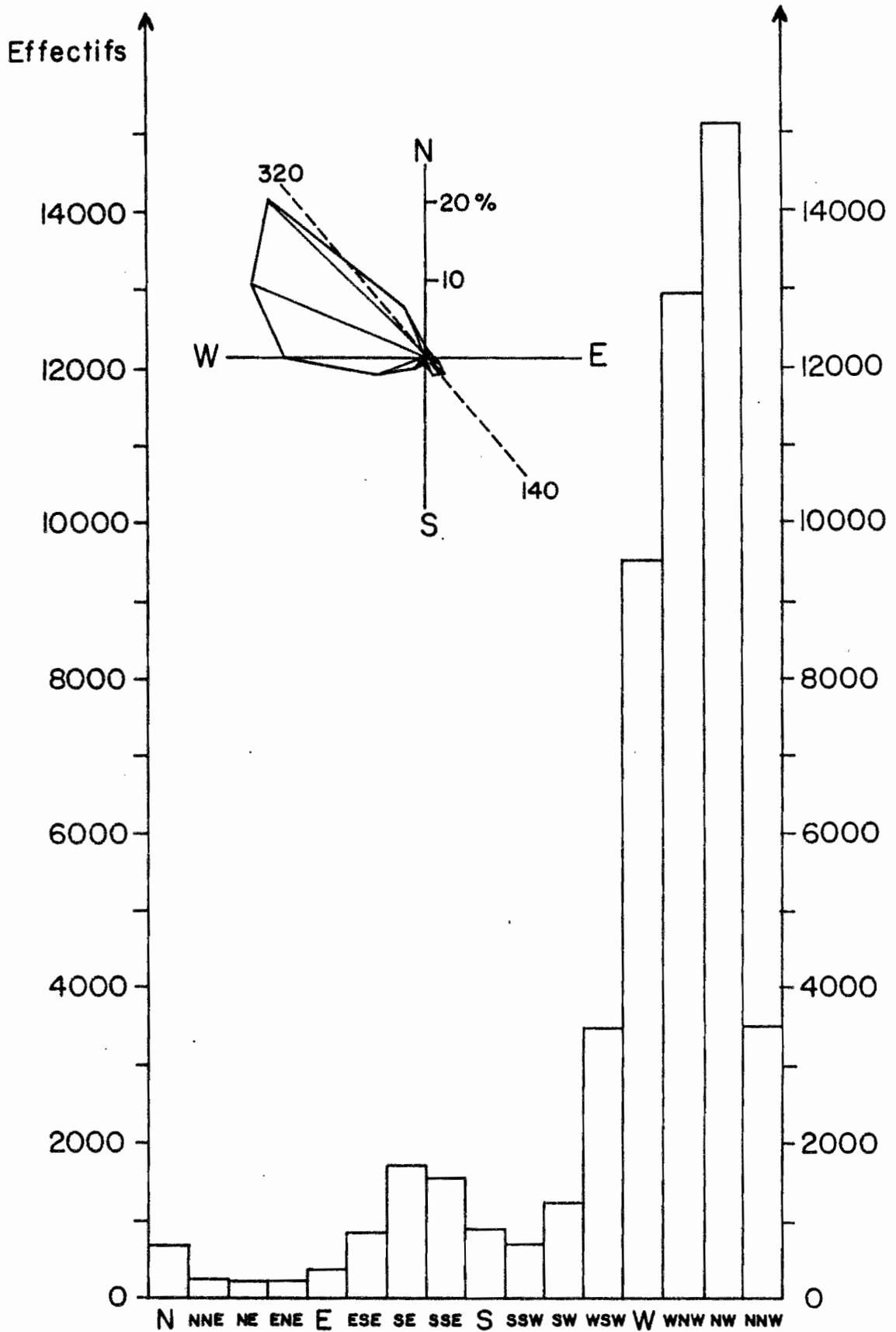


Fig. 14 - Histogramme des directions du courant de surface mesurées au wharf de Pointe-Noire de 1979 à 1982 et rose des courants (16 classes de direction).

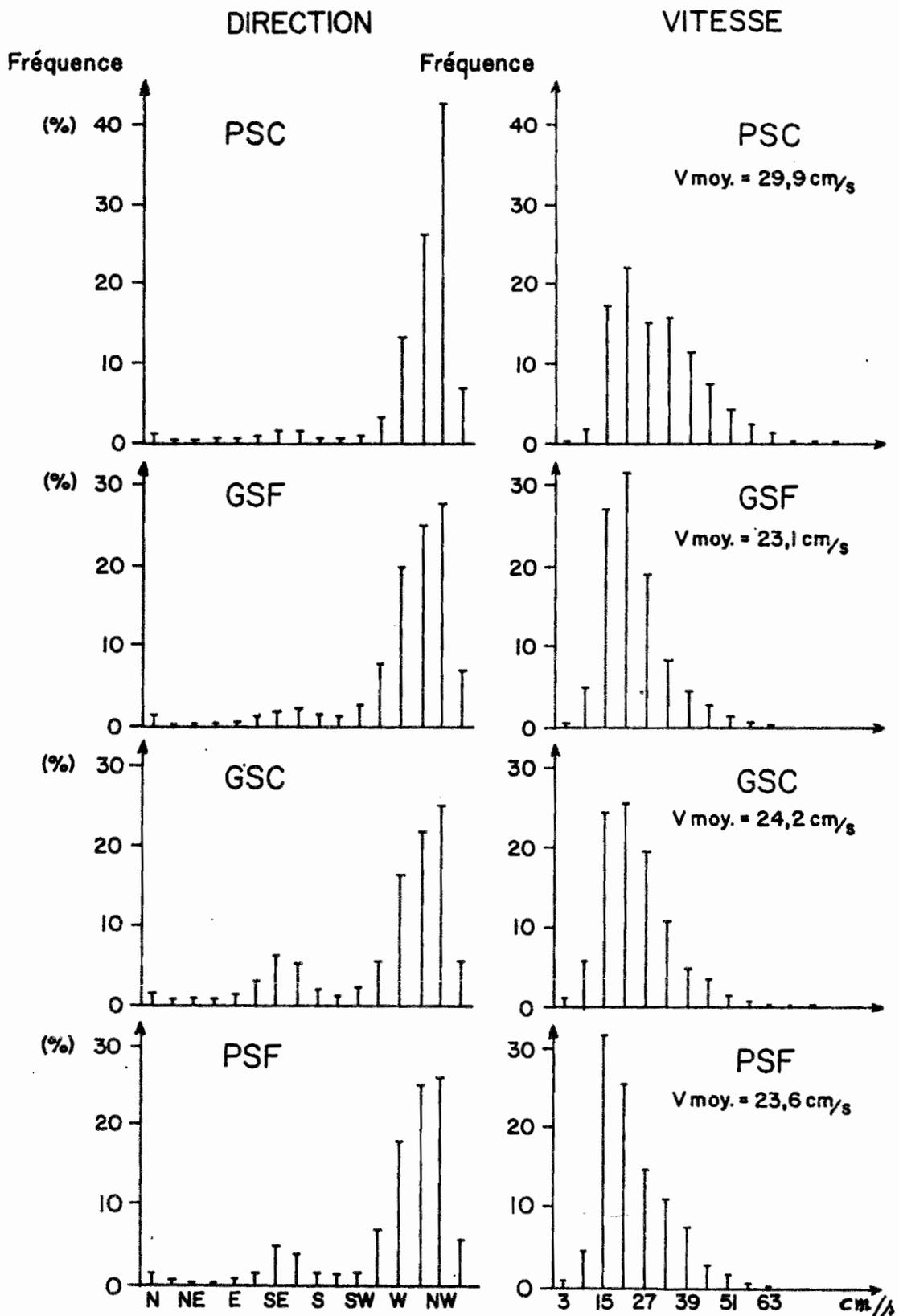


Fig. 15 - Histogrammes des directions et des vitesses du courant de surface (en fréquence) par saison marine, mesurés de 1979 à 1982 au wharf de Pointe-Noire.

soit la saison, excepté cependant en petite saison chaude (octobre-novembre) où elles sont sensiblement plus élevées (30 cm/s, fig. 15), vraisemblablement à cause de l'arrivée en masse de l'eau dessalée du courant du Congo poussée par un vent plus fort vers cette zone côtière, siège d'un creux dynamique en grande saison froide.

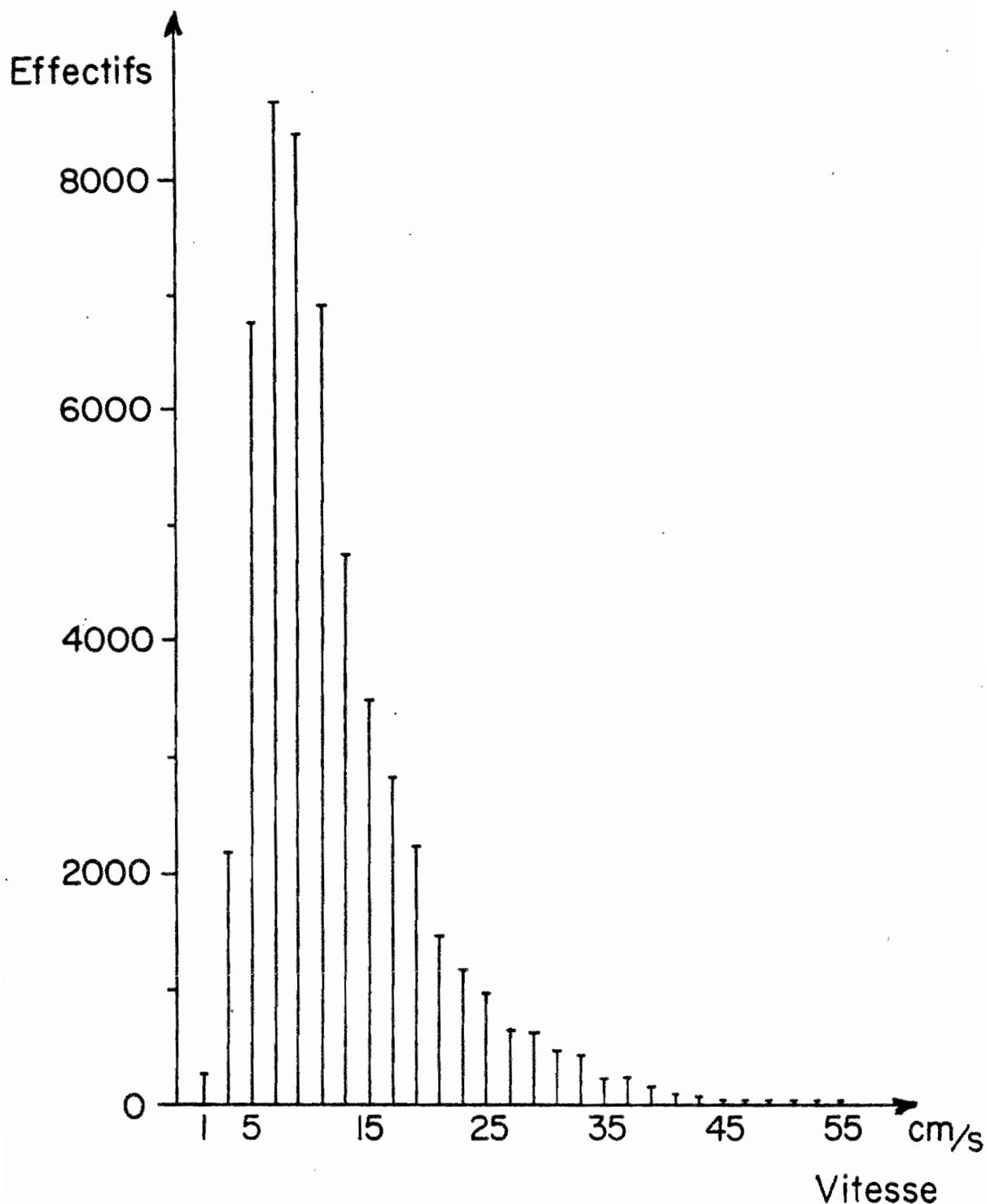


Fig. 16 - Histogramme des vitesses du courant de surface mesurées au wharf de Pointe-Noire de 1979 à 1982.

B) Résultats des mesures effectuées au niveau - 15 mètres

A 15 mètres de profondeur, les enregistrements obtenus durant la même séquence que celle décrite précédemment en surface montrent aussi (fig. 17) une baisse régulière de la température jusqu'aux valeurs minimales de $17,5^{\circ}\text{C}$, avec cependant quelques brèves augmentations de 1 à 2 degrés qui sont aussi associées fréquemment, sur l'ensemble des enregistrements, à des diminutions significatives de salinité comme en surface et à des augmentations de la vitesse du

courant portant dans ces cas plus souvent vers le sud que vers le nord. Une discussion sur ce type d'observation sera faite plus loin.

La vitesse moyenne est tombée autour de 10 cm/s ; la caractéristique importante observable sur la figure 17d est la très grande variabilité de la direction : les deux directions nord-ouest et sud-est sont dominantes, avec, dans le cas présent, un déplacement résultant faible d'une trentaine de kilomètres au 27 juillet et qui au 31 juillet est inférieur à 10 kilomètres vers le sud-est, en un peu plus d'un mois. Toutes les directions sont représentées, les 2 modes dominants vers le nord-ouest et le sud-est s'équilibrant quasiment. La masse d'eau salée occupe tout l'espace situé sous les 5 premiers mètres et il n'est pas possible dans le cas présent de dire s'il y a un courant résultant d'afflux vers la côte pour compenser le courant de reflux vers le large en surface. Cet équilibre entre les 2 principales directions, vers le nord-ouest et vers le sud-est, est trouvé nettement sur l'histogramme des directions, (total des déterminations : 81.867) et sur la rose des directions à cette immersion (fig. 18). Si l'on considère comme courants d'afflux ceux qui portent vers les secteurs allant du nord-nord-ouest à sud-est en "passant" par le nord (du 327° au 146°) et comme courants de reflux ceux qui portent vers le secteur allant du sud-sud-est au nord-ouest (du 147° au 326°), on constate qu'en moyenne le courant a été d'afflux dans 48,1 % et de reflux dans 51,9 % des cas ; cette proportion reste pratiquement la même quelle que soit la saison. Ceci tend à prouver que l'arrivée d'eau dessalée en surface de même que celle que l'eau salée en subsurface se fait sans "bouleversement" dans l'écoulement de l'eau des différentes couches. On peut comprendre la rapidité avec laquelle les fortes dessalures peuvent toucher le wharf mais l'établissement plutôt brutal des saisons froides avec arrivée d'eau salée en subsurface est plus difficilement compréhensible.

La vitesse moyenne calculée à partir de 35.590 mesures est de 11,4 cm/s (0,2 noeud) nettement plus faible qu'en surface. Les vitesses maximales de 51 cm/s (1 noeud) ne sont trouvées que dans 0,003 % des cas (fig. 19).

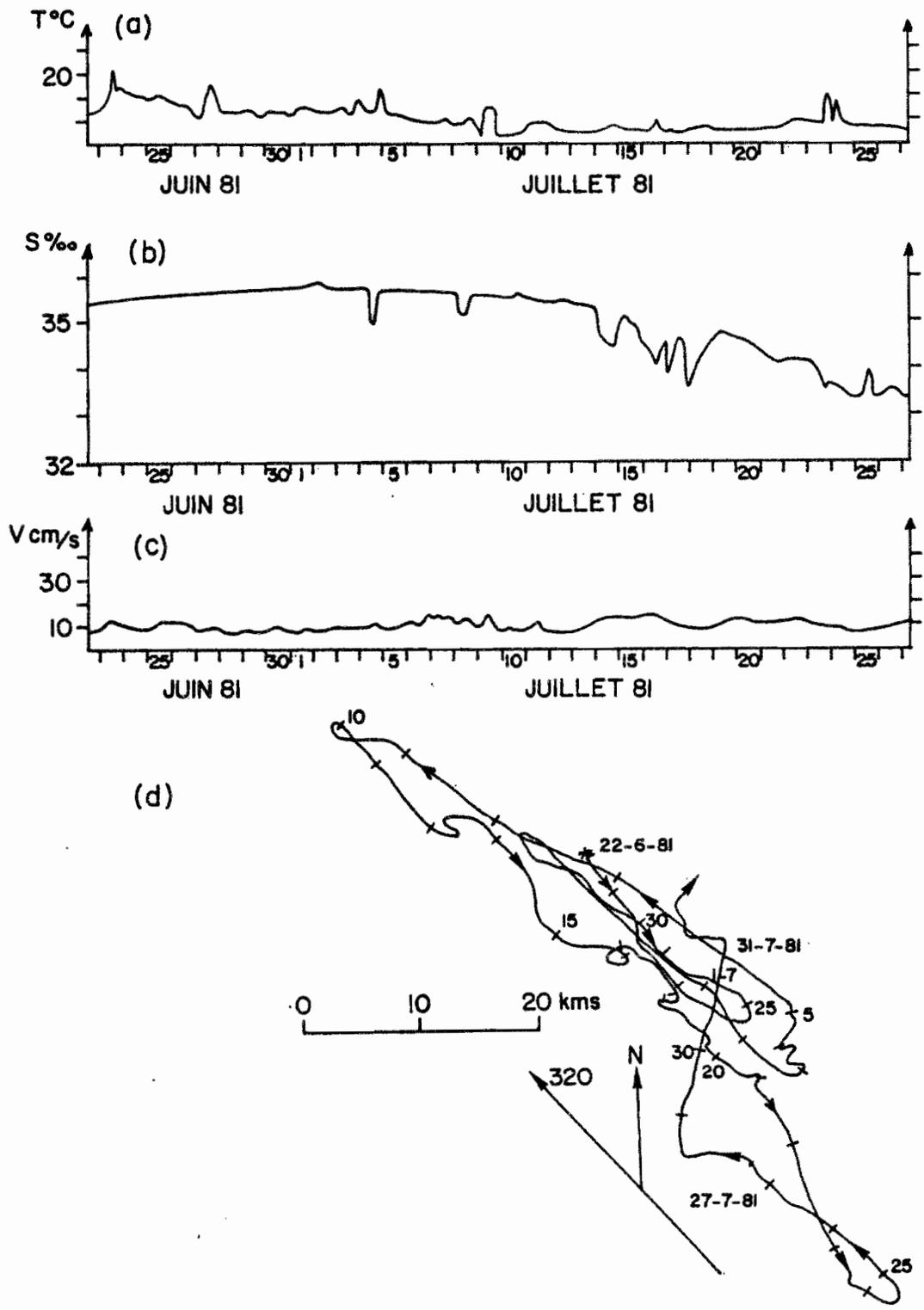


Fig. 17 - Exemple d'évolution (a) de la température et (b) de la salinité à 15 mètres de profondeur, ainsi que de celle de la vitesse du courant à 15 mètres (c) mesurées à l'aide d'un courantomètre AANDERAA du 22 juin au 27 juillet 1981 à l'extrémité du wharf de Pointe-Noire. (d) : hodographe intégré du vecteur courant à 15 mètres de profondeur durant la même période.

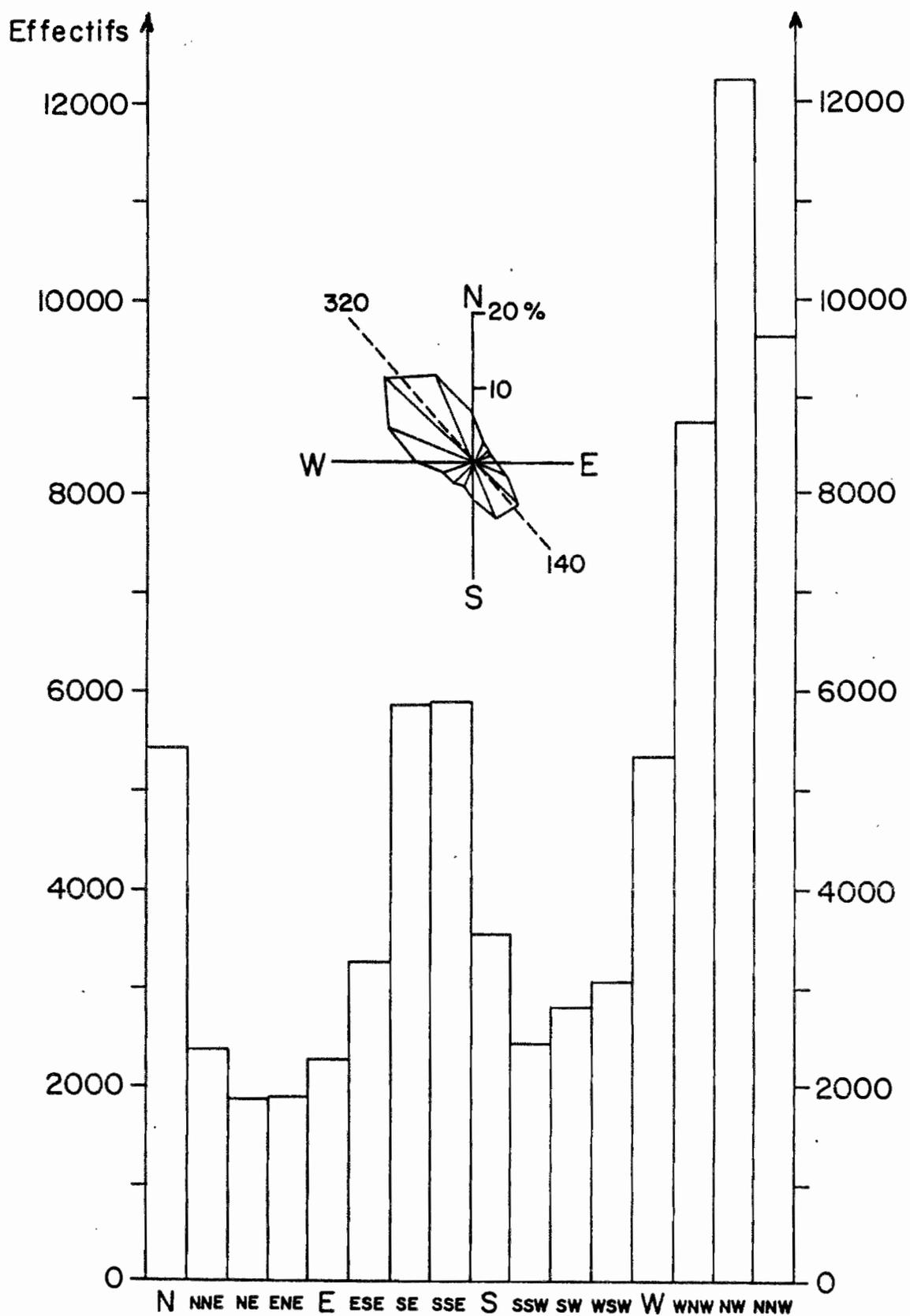


Fig. 18 - Histogramme des directions du courant à 15 mètres de profondeur mesurées au wharf de Pointe-Noire de 1978 à 1982 et rose des courants (16 classes de direction).

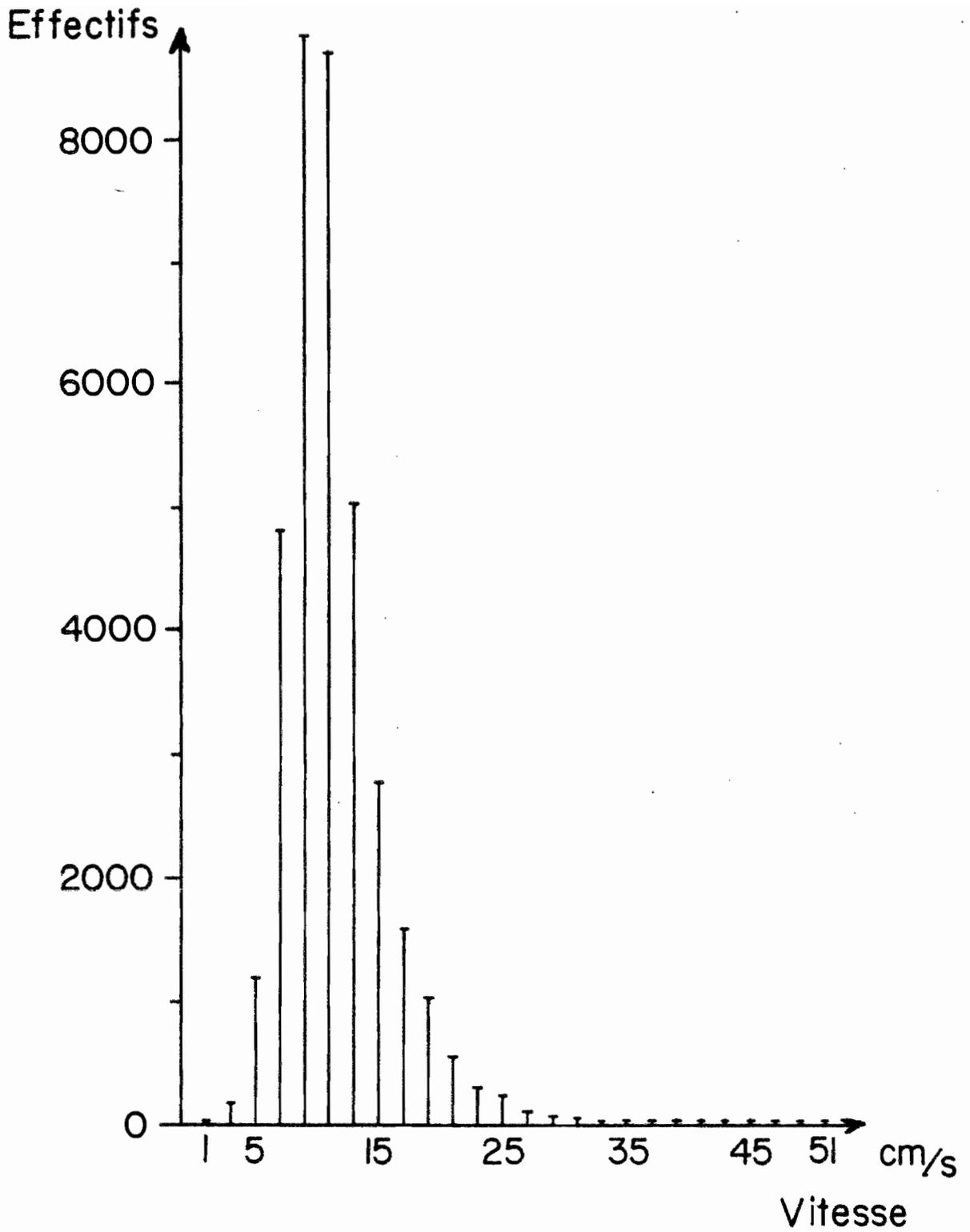


Fig. 19 - Histogramme des vitesses du courant mesurées à 15 mètres de profondeur au Wharf de Pointe-Noire de 1978 à 1982.

4.2.3. Mesures effectuées au point 4 sur le site EMERAUDE (05°06 S - 11°51 E)

De 1977 à 1981, un mouillage tendu, avec bouées de surface de repérage, sur lequel étaient fixés deux courantomètres AANDERAA a été maintenu sur le site EMERAUDE par fonds de 58 mètres dans le sud de Pointe-Noire, à 10 milles de la côte, par l'équipe d'océanographes du centre ORSTOM de Pointe-Noire et les marins du N.O. ANDRE NIZERY. Le décompte des séquences de mesures retenues est présenté dans le tableau 2. L'un des courantomètres était fixé à une immersion moyenne de 10 mètres, l'autre à 35 mètres : le pas des mesures a été de 20 ou 30 minutes. Il a été retenu 76.551 et 76.755 déterminations de direction de courant et 45.120 et 53.210 déterminations de vitesse, à 10 mètres et à 35 mètres respectivement, couvrant pratiquement trois années entières.

Les figures 20 et 21 montrent sur une séquence allant du 2 décembre 1980 au 31 janvier 1981 comment ces deux courantomètres rendent compte des mouvements de l'eau et de l'évolution des caractéristiques hydrologiques. Cette séquence débute en pleine petite saison froide 1980 qui se termine au tout début de janvier 1981, date à partir de laquelle commence la grande saison chaude 1981 d'après l'évolution des caractéristiques hydrologiques sur toute la couche 0-18 mètres au wharf (fig. 8). Elle couvre donc un changement de saison. On voit effectivement que la petite saison froide 1980 est bien marquée avec des températures minimales faibles, 20° C et 17° C à 10 mètres et 35 mètres de profondeur respectivement. L'examen détaillé de l'évolution de la température à ces 2 immersions montre qu'à chaque augmentation brusque de température, de 2° C à 6° C, correspond une augmentation simultanée de la vitesse du courant portant dans ce cas nettement vers le secteur sud (fig. 20 et fig. 21). Alors qu'à 10 mètres, la principale augmentation de la vitesse, de moins de 10 cm/s à plus de 60 cm/s, marque le changement de saison les 1-2 janvier 1981 par une importante augmentation de la température de 21° C à 27° C, le "changement de saison" à 35 mètres se fait plutôt par paliers successifs dont le principal, et le dernier, se produit le 21 janvier 1981. L'examen des divers enregistrements obtenus montrent bien l'association fréquente de l'augmentation brusque de la température avec une augmentation de la vitesse du courant vers le sud-sud-est, la vitesse se stabilisant ensuite. Autrement dit, dans le cas présent, l'enfoncement de la thermocline entre la petite saison froide et la grande saison chaude se fait en un ou plusieurs à-coups ou paliers, selon la profondeur, s'accompagnant d'une accélération du courant qui porte dans ce cas vers le secteur sud-est. On retrouve les mêmes à-coups ou paliers avec les mêmes caractéristiques quand le changement se fait d'une saison chaude vers une saison froide. Mais même durant une saison bien établie, chaude ou froide, il est fréquemment trouvé, vers 35 mètres de profondeur, des "bouffées" d'eau plus chaudes, de l'ordre de 1 degré, accompagné d'une augmentation sensible de la vitesse du courant portant vers le sud-est. La même association "eau chaude-

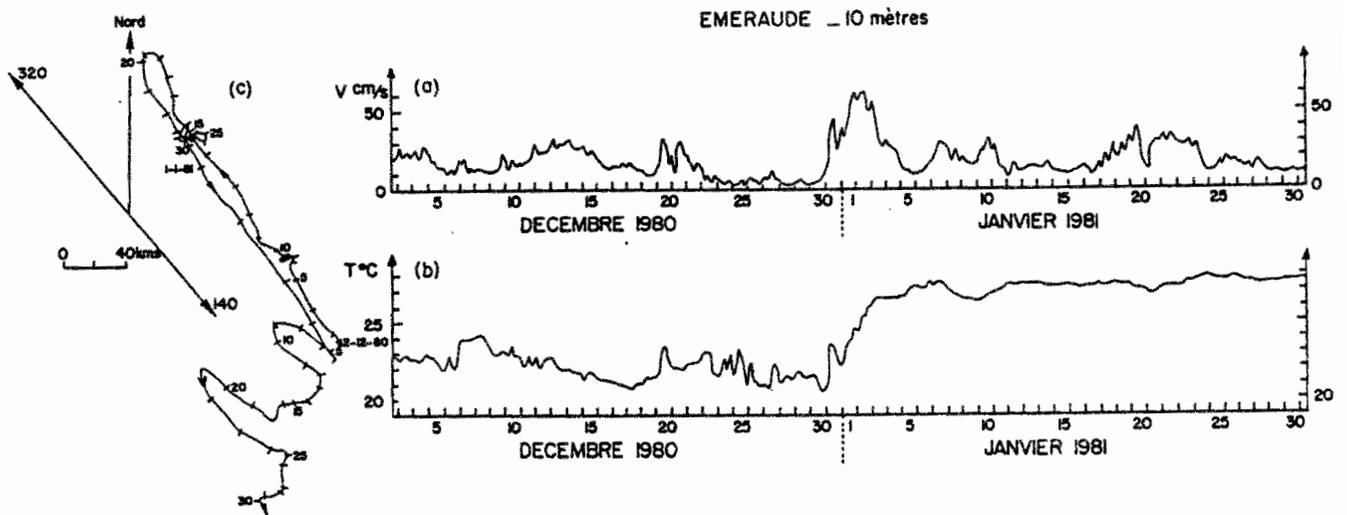


Fig. 20 - Exemple d'évolutions (a) de la vitesse et (b) de la température mesurées à l'aide d'un courantomètre AANDERAA du 2 décembre 1980 au 31 janvier 1981 vers 10 mètres de profondeur sur le site EMERAUDE - (c) : hodographe intégré du vecteur courant durant la même période.

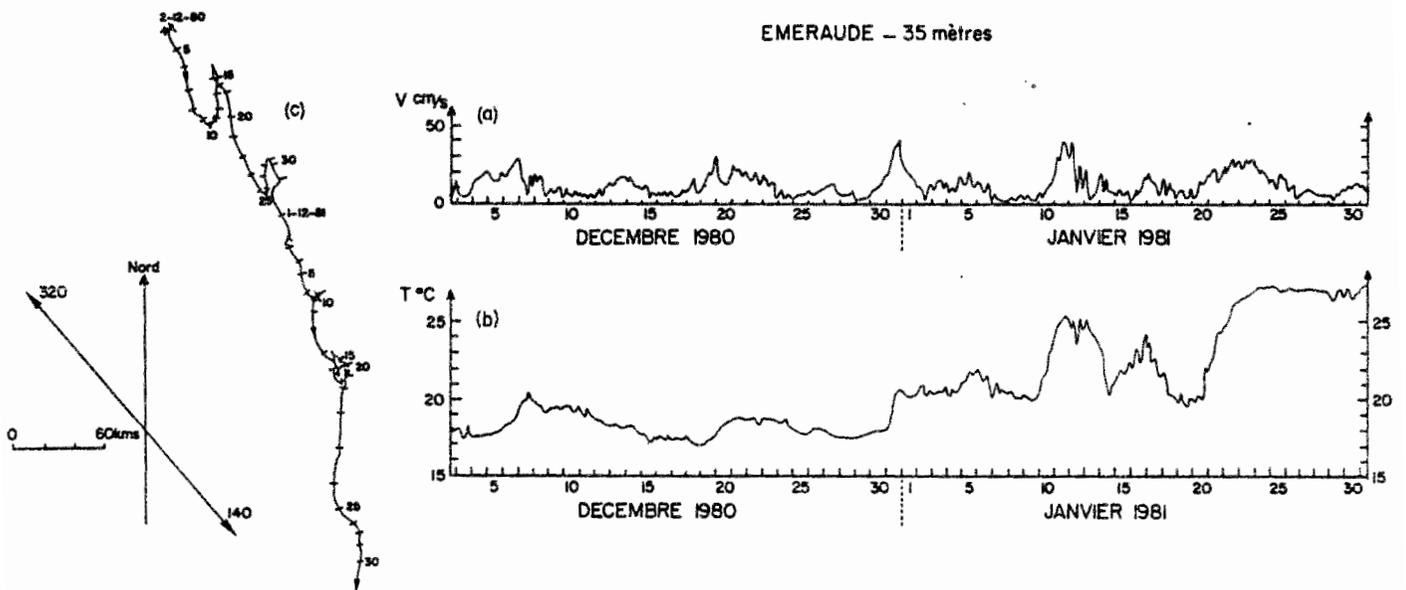


Fig. 21 - Exemple d'évolution (a) de la vitesse et (b) de la température mesurées à l'aide d'un courantomètre AANDERAA du 2 décembre 1980 au 31 janvier 1981 vers 35 mètres de profondeur sur le site EMERAUDE - (c) : hodographe intégré du vecteur courant durant la même période.

augmentation de la vitesse" est parfois trouvée avec un courant portant au nord-ouest. En fait, dans tous les cas, il y a intrusion d'une eau "étrangère" relativement chaude, issue du sous-courant ou du courant du Congo, dans une eau "locale" plus froide.

En conclusion, il faudrait un ensemble supplémentaire de mesures de température, salinité et courant à plusieurs niveaux dans la zone intermédiaire entre le courant de surface et le sous-courant et une analyse plus poussée des résultats pour comprendre exactement les processus commandant l'évolution des caractéristiques hydrologiques sur le plateau continental congolais. Vraisemblablement, il y a dans cette couche intermédiaire, superposition de 2 ou plusieurs phénomènes : basculement de la thermocline lors des "Remote Forcing", flux de retour vers le sud par rééquilibrage hydrodynamique, flux plus ou moins épais d'eau dessalée de courant du Congo vers le nord-ouest... Il n'y a pas de schéma simple, ou simpliste, du style "courant d'afflux vers la côte d'eau salée du sous-courant en grande saison froide", ou "flux d'eau dessalée sur une grande épaisseur vers le nord-ouest originaire du courant du Congo" en grande saison chaude, ni encore moins flux d'eau salée froide originaire du courant de Benguela en saison froide et flux d'eau dessalée originaire de la baie de Biafra en saison chaude comme admis pendant longtemps et refusé par WAUTHY (1977) après analyse des données antérieures à 1976.

Les conditions moyennes

Les directions du courant vers 10 mètres de profondeur sur le site EMERAUDE couvrent toute la rose (fig. 22), avec cependant deux directions privilégiées par l'orientation moyenne de la côte, le nord-ouest et le sud-sud-est/sud-est, avec cependant, à cette immersion, priorité nette vers le nord-ouest comme en surface au wharf. La vitesse moyenne y est de 22 cm/s (0,4 noeud), les vitesses maximales observées étant de 30 cm/s (1,5 noeud) vers le nord-nord-ouest et de 66 cm/s (1,3 noeud) vers le sud-sud-est.

A 35 mètres de profondeur, le courant porte préférentiellement vers le sud-sud-est (fig. 23) avec une vitesse moyenne de 12 cm/s (0,2 noeud), les vitesses maximales de 50 cm/s (1 noeud) vers le sud-sud-est n'étant atteintes que dans 0,03 % des cas (fig. 24).

Dans les 2 cas, il n'a pas été possible de dégager des tendances préférentielles en direction selon les saisons marines.

5 - CONCLUSION

Les vents faibles de secteur sud le long de la côte sud-est du golfe de Guinée au sens large, entre l'équateur et 15° S, ne devraient générer qu'un courant de dérive de faible vitesse vers le nord-ouest et l'ouest, le courant sud-équatorial. L'intrusion à 6° S de l'excédent d'eau dessalée du courant du Congo vient perturber, parfois fortement, les vitesses de surface, en particulier devant Pointe-Noire. Mais

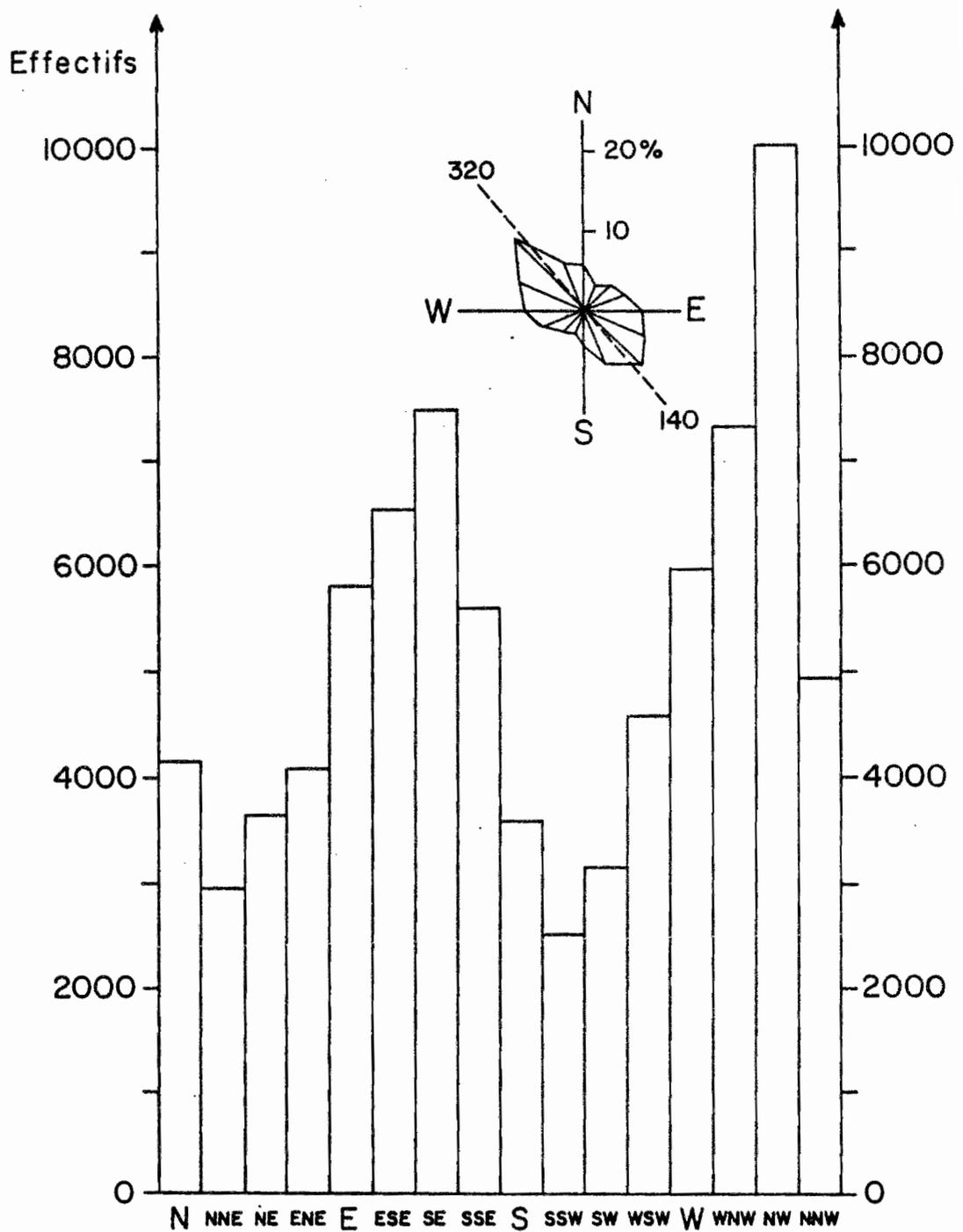


Fig. 22 - Histogramme des directions du courant vers 10 mètres de profondeur sur le site EMERAUDE de 1977 à 1981 et rose des courants (16 classes de direction).

Effectifs

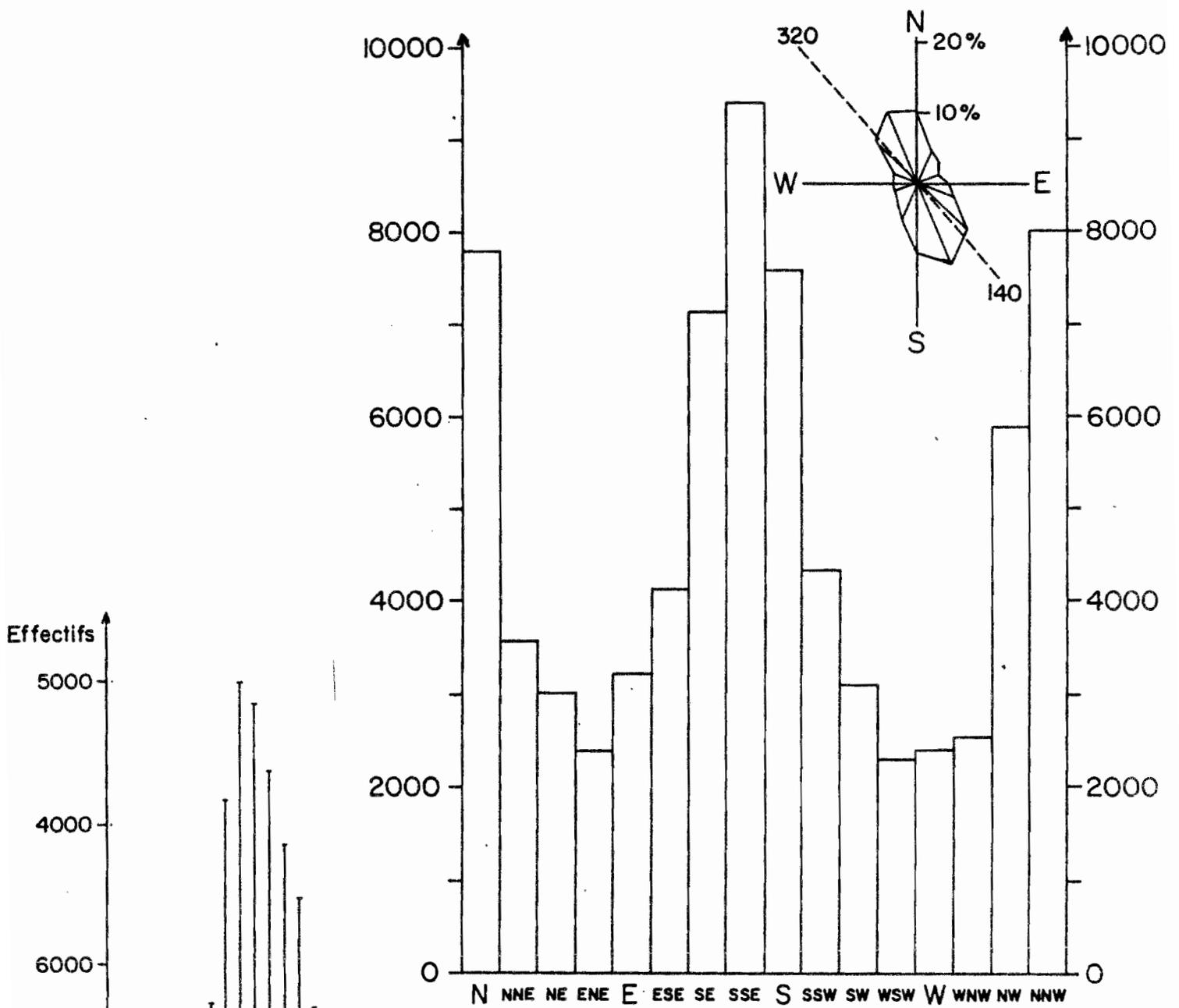


Fig. 23 - Histogramme des directions du courant vers 35 mètres de profondeur sur le site EMERAUDE de 1977 à 1981 et rose des courants (16 classes de direction).

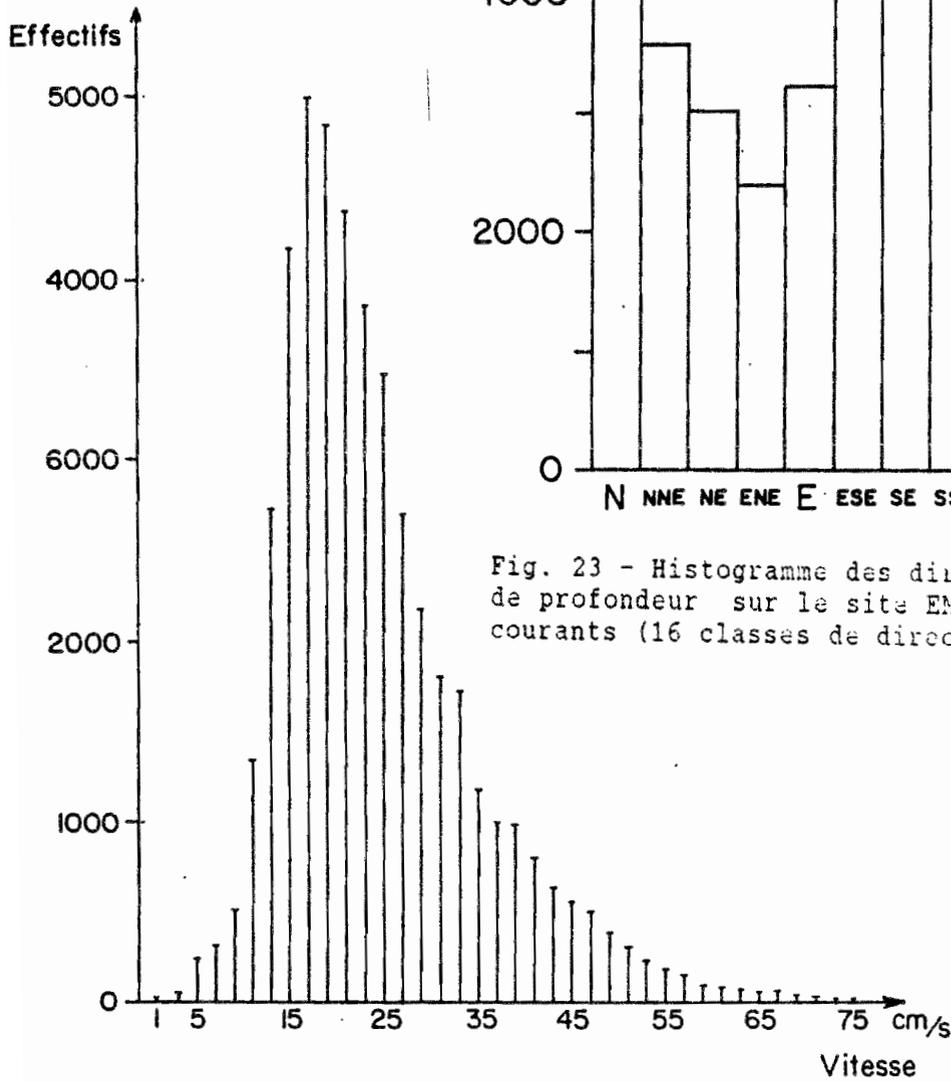


fig. 24 - Histogramme des vitesses du courant mesurées vers 35 mètres de profondeur sur le site EMERAUDE de 1977 à 1981 et rose des courants (16 classes de direction).

il semble que d'autres perturbations en relation probable avec le sous-courant du Gabon-Congo touchent aussi la couche subsuperficielle couvrant le plateau continental congolais entre 10 et 70 mètres de profondeur. Des mesures supplémentaires de courant en continu à différentes profondeurs de la surface jusqu'au noyau de vitesses maximales du sous-courant vers 140 mètres de profondeur, seraient d'un grand intérêt pour mieux décrire les mécanismes qui commandent l'évolution des saisons marines dans cette région.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier pour leur aide sur le terrain tous les océanographes du Centre ORSTOM de Pointe-Noire, aussi bien les permanents : Y. MONTEB, L. YOBA, A. LOCKO, etc... que les "océanographes" de passage (militaires VSN) : P. ESPOSITO, M. BESSON, J.H. POINTEAU, D. LOZE, A. CARDON, etc... ainsi que les marins de l'ANDRE NIZERY.

Le dépouillement des bandes AANDERAA et des données hydrologiques de la station Wharf a été assuré par l'Atelier Informatique du Centre ORSTOM de Brest (J.J. LECHAUVE, D. CORRE, M. PRIVE, R. CHUCHLA, P. GALLIS) ; qu'ils reçoivent ici toute ma reconnaissance, ainsi que les responsables de la Société ELF-CONGO qui nous ont permis de mettre nos appareils sur le site EMERAUDE.

BIBLIOGRAPHIE

BERRIT (G.R.), 1958 - Les saisons marines à Pointe-Noire. Bull. COEC, X, 6.

DONGUY (J.R.), HARDIVILLE (J.) et LE GUEN (J.C.), 1964 - Le parcours maritime des eaux du Congo. Cah. Océanogr., XVII, 2 : 85-97.

GONELLA (J.) et LAMY (A.), 1974 - Comparaison de courantomètres AANDERAA. Influence de la nature des supports. C.R. Labo. Océano. phys. Muséum. Nat. Hist. Nat., Paris (non publié).

GUILLEM (J.M.), 1981 - Contribution à l'océanographie physique du golfe de Guinée : hydrologie et circulation saisonnière sur une radiale au large de Pointe-Noire (Congo). Thèse d'Université présentée à l'Université de Bretagne Occidentale le 24 février 1981.

HENIN (C.), HISARD (P.) et PITON (B.), 1986 - Observations hydrologiques dans l'océan Atlantique équatorial (juillet 1982-août 1984). FOCAL, volume 1. Travaux et documents de l'ORSTOM, PARIS, n° 196 : 191 p.

HISARD (P.), CITEAU (J.) et MORLIERE (A.), 1976 - Le système des contre-courants équatoriaux subsuperficiels. Permanence et extension de la branche sud dans l'océan Atlantique. Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr., Vol. XIV, n° 3 : 209-220.

KLINCK (J.M.), 1988 - The influence of a narrow transverse cañyon on initially flow. Journ. Geophys. Res., vol. 93, n° C1 : 509-515.

PICAUT (J.), 1983 - Sur les mécanismes des variations thermiques dans le golfe de Guinée. Thèse présentée à l'Université de Bretagne Occidentale, Brest, mai 1983.

PITON (B.), 1982 - Influence du Congo sur l'hydrologie de surface du golfe de Guinée. Journées "Golfe de Guinée", Brest, 1-4 juin 1982 (manuscrit non publié).

PITON (B.), 1987 - Caractéristiques hydroclimatiques des eaux côtières du Togo. (Golfe de Guinée). Doc. sci. ORSTOM, Brest, n° 42.

PITON (B.), CAYRE (P.) et PERRIN (R.), 1976 - Compte rendu de la campagne 7626 du N.O. NIZERY (15-23 juillet 1976). Doc. Sci. ORSTOM, Pointe - Noire, n° 618 SR.

PITON (B.), et KARTAVTSEFF (A.), 1986 - Utilisation de bouées dérivantes à positionnement par satellite pour une meilleure connaissance de l'hydrologique de surface du golfe de Guinée. Doc. sci. Antenne ORSTOM, Brest, n° 34.

WACONGNE (S.), 1988 - Dynamics of the equatorial undercurrent and termination. Doctoral dissertation, WHOI 88 - 10, USA.

WAUTHY (B.), 1977 - Révision de la classification des eaux de surface du golfe de Guinée (BERRIT, 1961). Cah. ORSTOM, sér. océanogr., vol. XV, n° 3 : 279-293.